

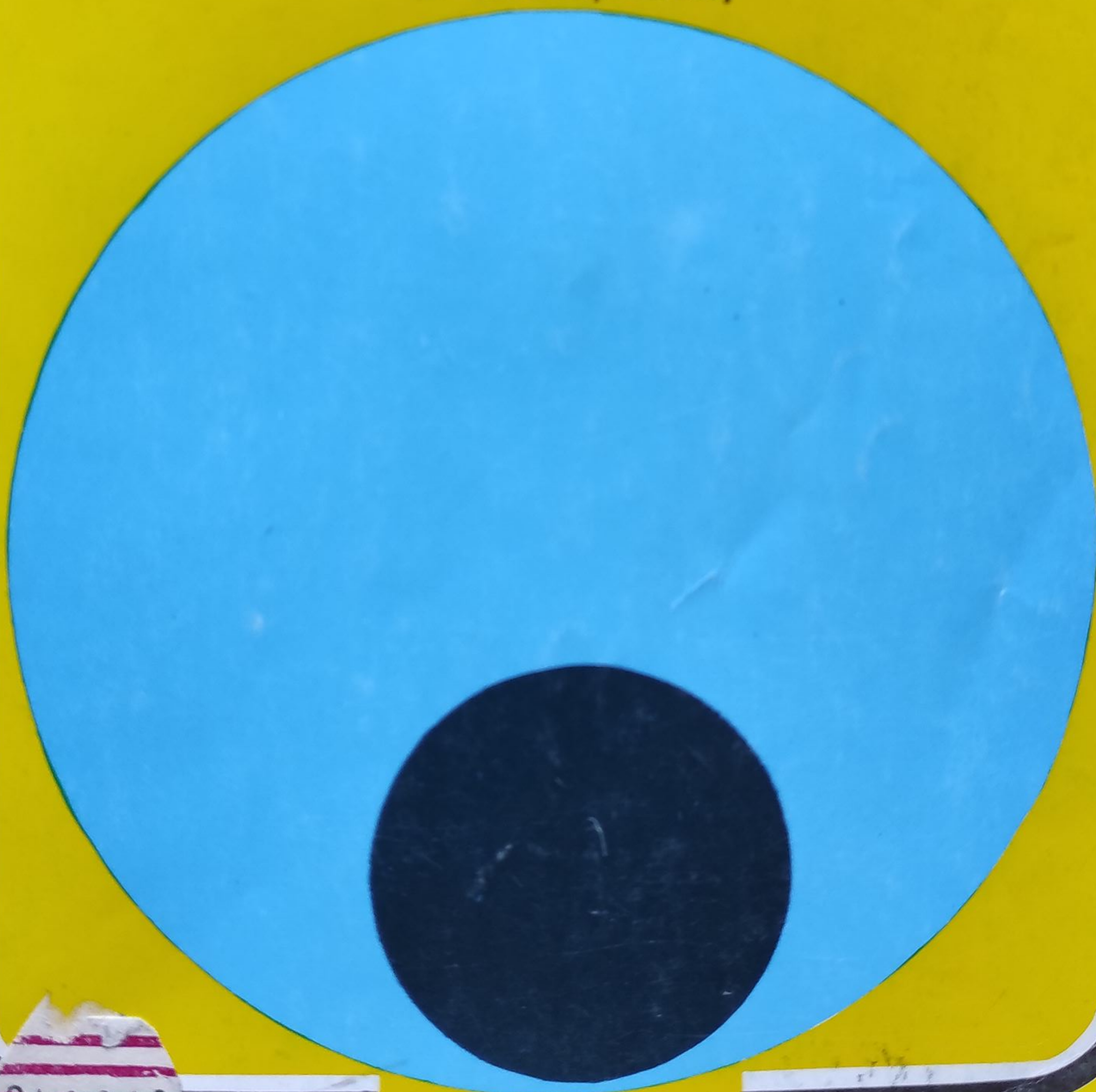
MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI
VASILE SÂRBU

23

DESEN DE CONSTRUCȚII

DESEN GEOMETRIC ȘI PROIECTIV

Manual pentru clasa a IX-a, licee industriale
și anul I, școli profesionale cu profil
de construcții-montaj



246-888

MINISTERUL ÎNVĂȚĂMÂNTULUI

Arh. VASILE SÂRBU

DESEN DE CONSTRUCȚII

DESEN GEOMETRIC ȘI PROIECTIV

Manual pentru clasa a IX-a licee industriale și anul I
școli profesionale cu profil de construcții-montaj



663948

B.C.U. IASI



EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A., BUCUREȘTI 1997

CAPITOLUL I

NORME GENERALE PRIVIND DESENUL DE CONSTRUCȚII

1.1. SCOPUL ȘI IMPORTANȚA DESENULUI TEHNIC

Prin *desen tehnic* se înțelege reprezentarea grafică plană a unor obiecte din spațiu, pe baza unor reguli și convenții stabilite în acest scop.

Aplicându-se regulile convenționale de reprezentare ortogonală, obiectele din spațiu se transpun grafic pe planul hârtiei de desen, prin proiecții — imagini —, care pot reda adevărata formă și mărime a fețelor sau secțiunilor plane ale obiectelor respective. Pe baza unor proiecții ortogonale cotate (cu dimensiuni înscrise valoric pe desen), se concepe și se execută practic orice produs industrial sau obiect de construcții.

Însușirea cunoștințelor de bază ale acestei discipline formează deprinderea de a întocmi, citi și interpreta corect un desen tehnic, deprinderea de a vedea în spațiu, dezvoltă gândirea și aptitudinile tehnice, spiritul de observație, simțul proporțiilor, îndemânarea practică. Fiind în strânsă interdependență cu alte discipline teoretice și practice de specialitate, desenul tehnic contribuie la mai buna înțelegere și asimilare a acestora.

1.2. CLASIFICAREA DESENELOR TEHNICE DE CONSTRUCȚII

Desenele tehnice folosite pentru reprezentarea construcțiilor și a elementelor de construcții se pot clasifica pe baza unor criterii legate de forma de reprezentare, de conținut, de gradul de detaliere etc.

După modul de reprezentare, desenele tehnice de construcții pot fi :

- în *proiecție ortogonală*, în care obiectul se reprezintă în vedere sau secționat, în două dimensiuni, folosindu-se proiecția paralelă ortogonală ;
- în *perspectivă*, în care obiectul se reprezintă în vedere sau secționat în trei dimensiuni, folosindu-se proiecția centrală sau proiecția axonometrică.

Reprezentarea în perspectivă permite o înțelegere mai ușoară a formei obiectelor, fiind apropiată de imaginea lor vizuală.

După modul de întocmire, se deosebesc :

- *schița*, care este un desen executat în general cu mâna liberă, la o scară convenabilă, păstrând proporțiile dimensiunilor în limitele aproximației vizuale. Schița servește, de obicei, ca bază pentru întocmirea desenelor la scară, de studiu sau de execuție. Ea poate fi utilizată uneori și ca desen de execuție, dacă determină complet obiectul, ca formă și dimensiuni ;

— *desenul la scară*, care se întocmește cu ajutorul instrumentelor de desen, păstrându-se constant raportul între dimensiunile obiectului și cele corespunzătoare din desen.

După gradul de detaliere, desenul de construcții poate fi :

— *de ansamblu*, în care se reprezintă mai multe obiecte ce formează un ansamblu funcțional ;

— *de obiect* ;

— *de detaliu*, în care sunt cuprinse date suplimentare de execuție, ce nu pot fi incluse în desenul de obiect.

După destinație, se deosebesc :

— *desenul de studiu*, care prin studii pe variante duce la precizarea formelor definitive ale obiectelor, servind ca bază pentru întocmirea desenelor de execuție ;

— *desenul de execuție*, desen definitiv cuprinzând toate datele necesare execuției obiectului reprezentat ;

— *desenul de montaj*, întocmit în scopul precizării modului de asamblare a părților componente ale obiectului reprezentat ;

— *desenul de prospect*, folosit la prezentarea și identificarea obiectului reprezentat ;

— *desenul de relevu*, desen întocmit după un obiect existent, relevat (măsurat).

După conținut, se disting :

— *vederi și secțiuni* ale obiectelor sau elementelor de construcții ;

— *scheme funcționale*, care cuprind reprezentări simplificate, prin semne convenționale și simboluri, ale unui ansamblu funcțional, realizate în scopul unei ușoare înțelegeri a funcționării acestuia (schema instalației tehnico-sanitare, schema instalației electrice etc.).

După valoarea ca document, se deosebesc următoarele tipuri de desene :

— *originalul* ;

— *duplicatul*, document obținut prin copierea originalului, servind pentru multiplicarea lui ;

— *originalul duplicat*, document duplicat ce înlocuiește un desen original ;

— *copia*, care este o reproducere prin diferite sisteme de multiplicare a desenului de bază, în vederea folosirii curente.

1.3. ELEMENTE DE BAZĂ STANDARDIZATE

1.3.1. IMPORTANȚA ȘI ROLUL STANDARDELOR DE STAT

O dată cu dezvoltarea producției industriale moderne, s-a impus necesitatea folosirii unor norme și prescripții unice pentru proiectarea și executarea în condiții identice a diferitelor bunuri de utilizare generală, în toate sectoarele activității economice. Aceste norme și prescripții cu putere de lege, se numesc *standarde de stat* (STAS), iar operația de sistematizare și unificare a lor se numește *standardizare*.

Prin adoptarea standardelor de stat în producție, se simplifică și se reduce substanțial timpul de muncă, consumul de materiale și energie necesare realizării produselor în condiții calitativ superioare.

Standardele de stat sunt grupate pe sectoare de activitate, fiecare sector având ca simbol de reprezentare o literă din alfabet (de exemplu : G — pentru construcții ; U — pentru desen tehnic).

Elaborarea unor prescripții unice pentru formatul, pliarea și indicatorul planșelor, pentru linii, scări și scrierea folosită, pentru metode de proiecție, secționare, cotare și reprezentarea materialelor a făcut posibilă o redactare și o înțelegere unitară

a desenului tehnic, acesta devenind astfel un limbaj universal de înțelegere și comunicare.

Fiecare standard de stat are un simbol, un număr și un an de intrare în vigoare. De exemplu, STAS U 186-86 „Cotarea în desenul tehnic”.

1.3.2. FORMATUL HÂRTIEI

Desenele tehnice se execută pe formate standardizate (STAS 1-84), notate simbolic cu litera A urmată de o cifră. La formatele mai mari de 1,00 m², înaintea literei A se adaugă un coeficient numeric.

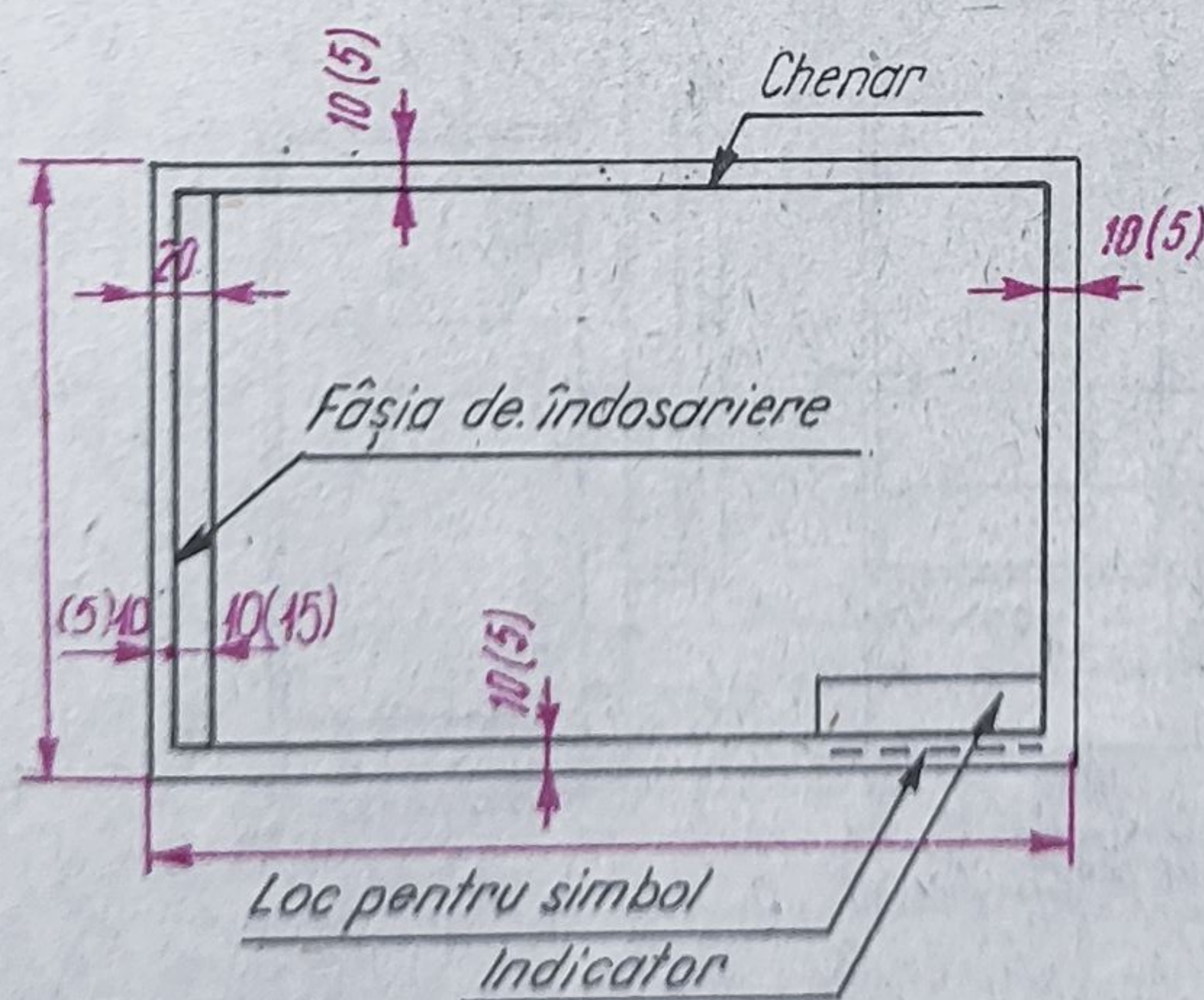
Elementele formatului hârtiei sunt : *chenarul* ; *fâșia de îndosariere* ; *simbolul formatului* (fig. 1.1). Între dimensiunile a și b ale unui format există relația $b = a\sqrt{2}$ unde b este diagonala unui pătrat de latură a . Baza formatului este latura inferioară a acestuia, în poziția normală de citire (latura pe care se așază indicatorul).

Un format oarecare A n are suprafața egală cu jumătate din suprafața formatului imediat superior (tab. 1.1). În cazul în care necesitățile impun, se pot folosi și formate mai mari decât cele indicate în tabelul 1.1 — *formate derivate* — care se obțin prin multiplicarea uneia din laturile formatului a sau b , cu 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 etc.

La formatul A4 fâșia de îndosariere se prevede întotdeauna în lungul laturii mari. La toate formatele fâșia de îndosariere este de 20 × 297 mm.

1.3.3. PLIEREA PLANȘELOR

Pentru manipulare și o depozitare mai ușoară, desenele tehnice, în special copiile heliografiate, se îndosariază ; în acest scop, ele se pliază (se împăturesc) la formatului dosarului (fig. 1.2, a). Regulile de pliere a desenelor tehnice se bazează pe plierea modulată și la dimensiuni, cu spațiul prevăzut pentru perforare, în vederea îndosarierii.



Tabelul 1.1

Dimensiunile formatelor normale

Simbol	Dimensiuni $a \times b$ [mm]	Suprafața $a \times b$ [m ²]
A0	841 × 1189	1
A1	594 × 841	0,5
A2	420 × 594	0,25
A3	297 × 420	0,125
A4	297 × 210	0,063
A5	148 × 210	0,031
A6	105 × 148	0,016

Fig. 1.1. Elementele formatului (cifrele din paranteză se referă la formatele A4 și A4 × 11).

Plierea se realizează întâi pe direcția de bază, asigurându-se vizibilitatea indicatorului; prima îndoitură pe direcția de bază se stabilește la 5 mm de marginea verticală – din stânga – în interiorul indicatorului.

Înălțimea de pliere este un multiplu de 297 mm ; la formatele cu înălțime mai mare de 297 mm, colțul din stânga sus se îndoiaie spre dreapta, pentru a nu fi prins de perforator.

În figura 1.2, *b*, *c*, *d* și *e* sunt exemplificate modurile de pliere pentru formatele A3 și A2 ; cifrele 1, 2, ..., 6 arată ordinea de pliere ; pliurile care ies în relief s-au marcat cu linie continuă, iar cele intrând, cu linii punctate.

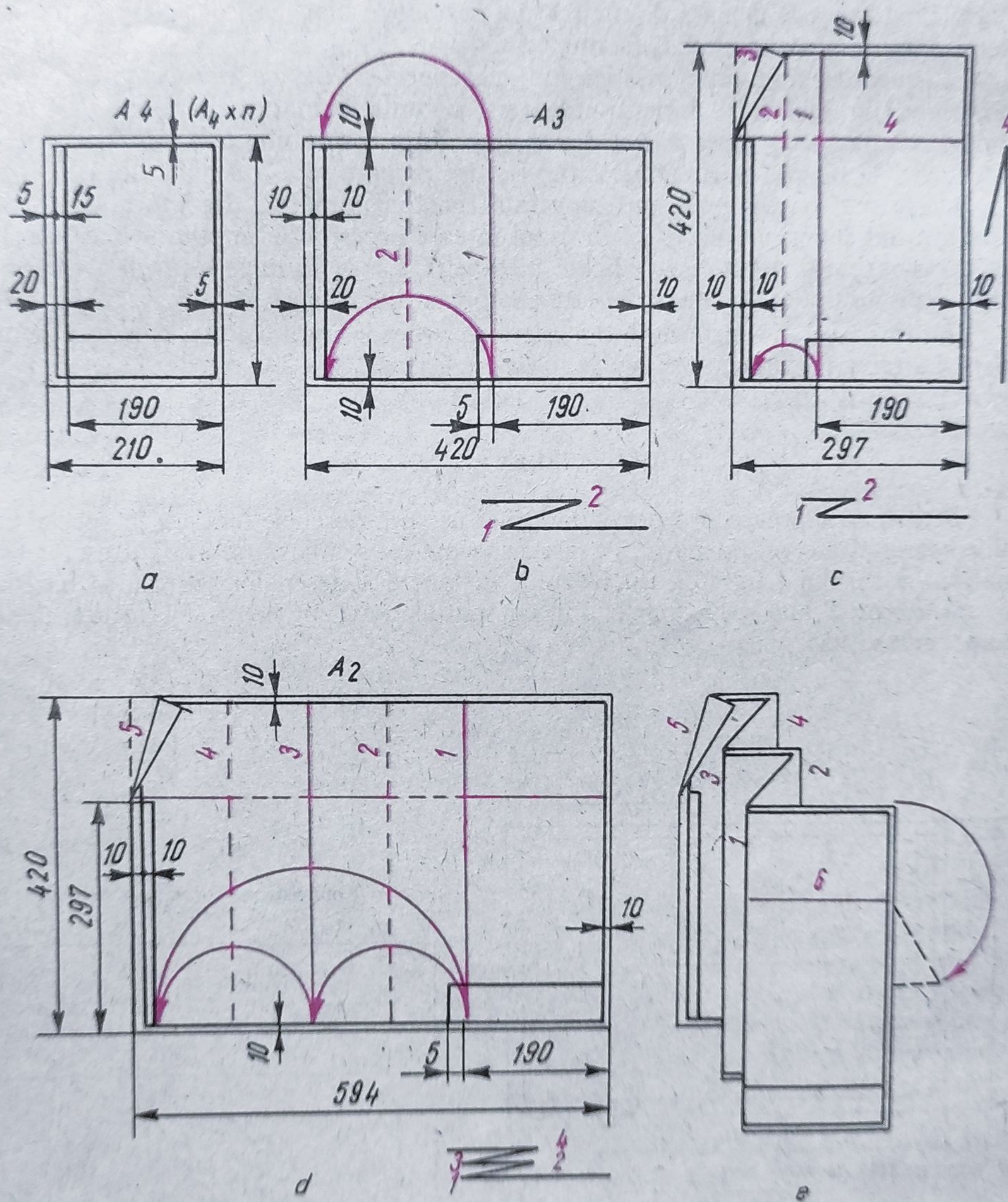


Fig. 1.2. Plierea planșelor :

a – formatul de bază A4 ; *b* și *c* – plierea formatului A3 ; *d* și *e* – plierea formatului A2.

1.3.4. INDICATORUL DESENELOR DE CONSTRUCȚII

În scopul identificării desenului și a obiectului reprezentat pe fiecare desen tehnic, în colțul din dreapta jos, la baza chenarului, este prevăzut un tabel cu o anumită compartimentare, numit *indicator*.

Indicatorul desenului de construcții se execută în trei formate, conform STAS 1434-83 :

- *format mare*, cu sau fără tabela modificărilor (fig. 1.3), folosit pentru formate A2 și mai mari ;
- *format mic*, cu sau fără tabela modificărilor (fig. 1.4), folosit pentru formatele A3 și A4 ;

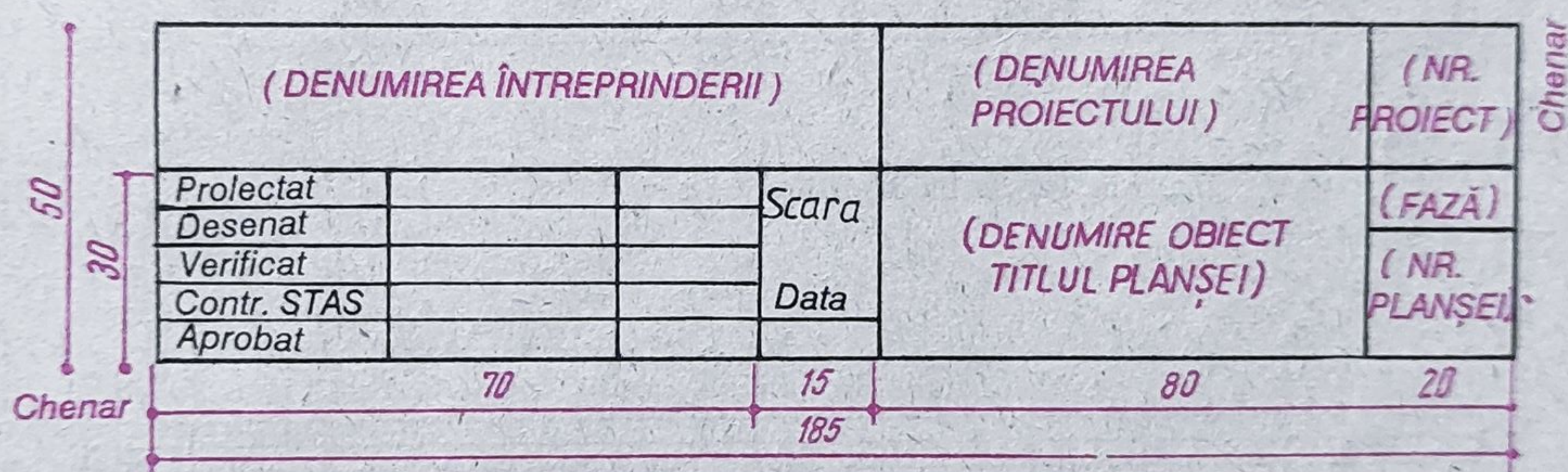


Fig. 1.3. Indicatorul unui desen pentru formate A2 și mai mari.

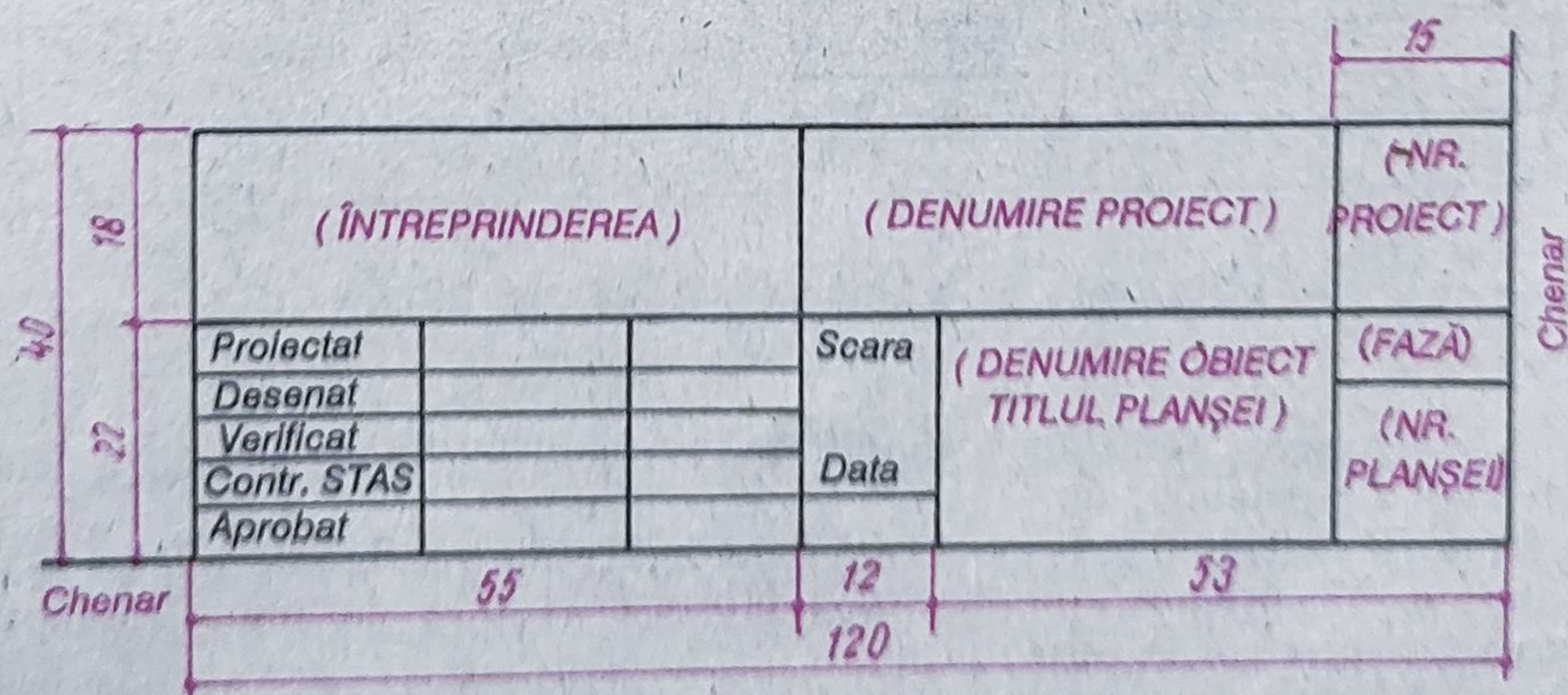


Fig. 1.4. Indicatorul unui desen pentru formate A3 și A4.

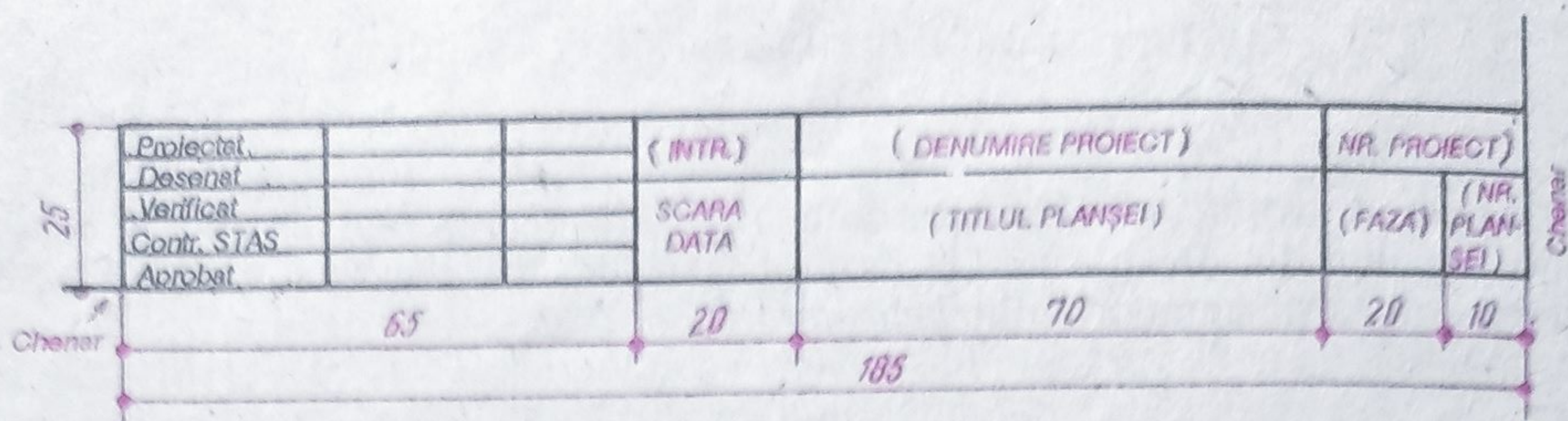


Fig. 1.5. Indicatorul proiectelor și detaliilor-tip.

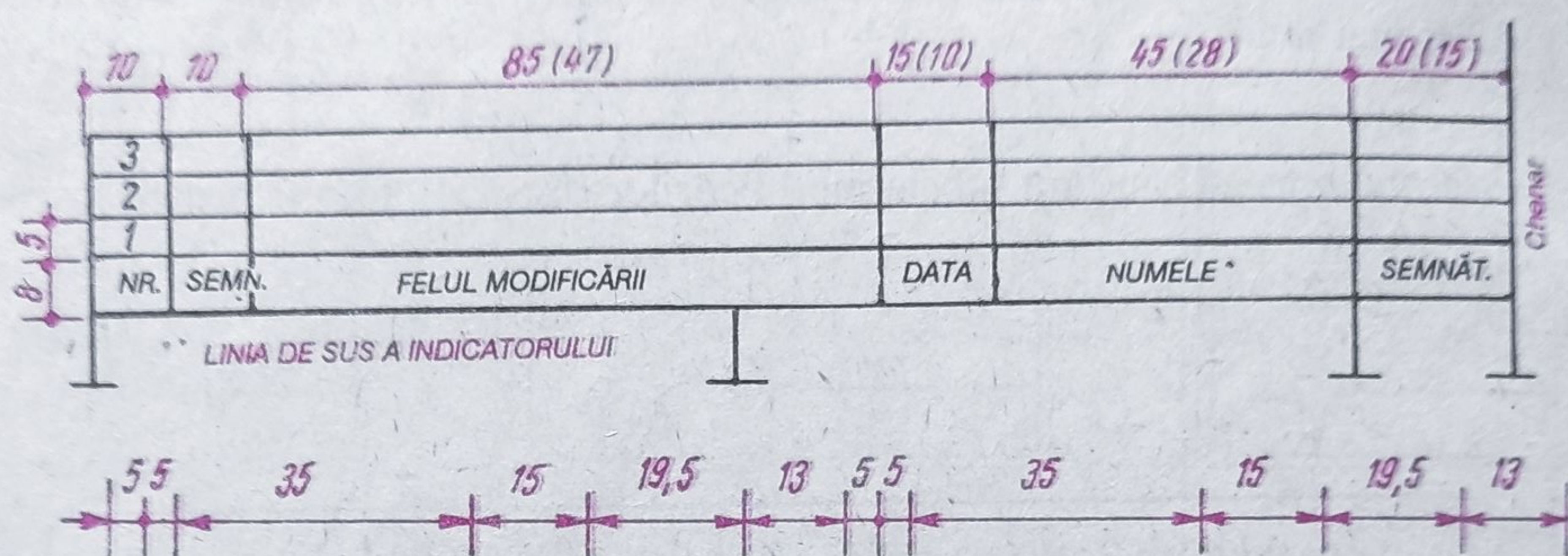


Fig. 1.6. Tabela modificărilor.

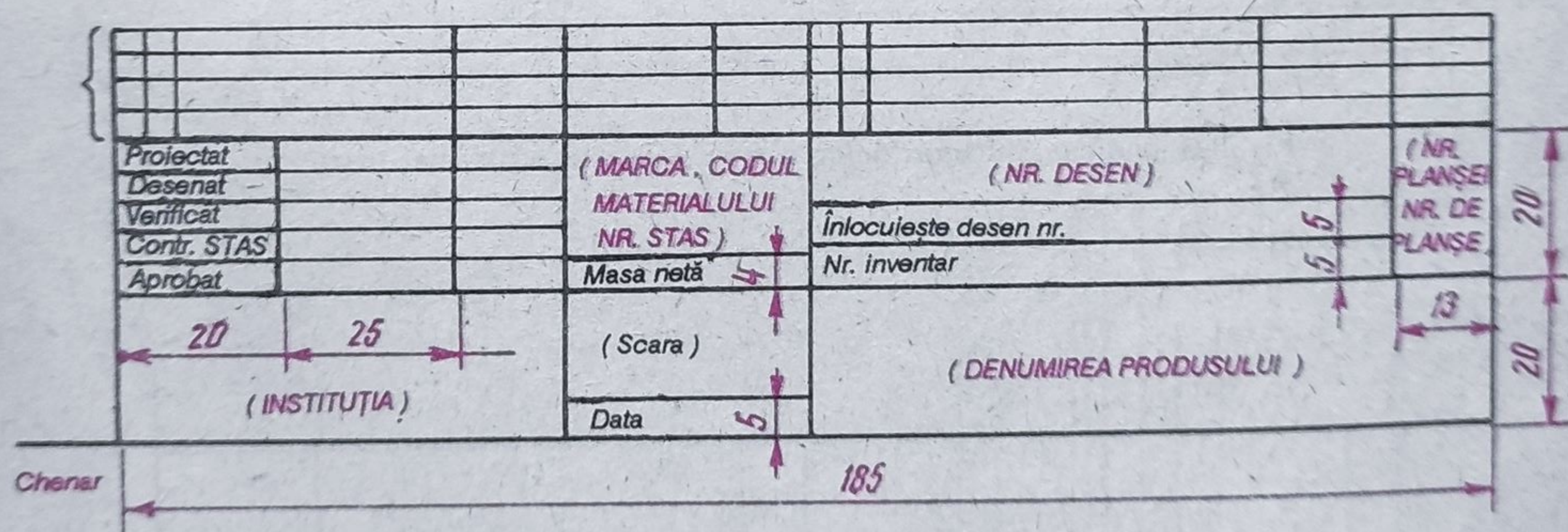


Fig. 1.7. Indicatorul desenului industrial.

format îngust, fără tabela modificărilor (fig. 1.5), folosit pentru desenele proiectelor și ale detaliilor-tip.

Indicatorul desenului se completează după indicațiile din figurile 1.3, 1.4 și 1.5.

Tabela modificărilor se completează conform indicațiilor din figura 1.6 (cotele din paranteze se referă la formatul mic).

Pentru desenele de instalații, se folosește indicatorul pentru desenul industrial (fig. 1.7).

1.3.5. SCRIEREA ÎN DESENUL DE CONSTRUCȚII

STAS 186-86 reglementează două feluri de scriere : scrierea îngustă (tip A) și scrierea normală (tip B). Cele două tipuri de scriere pot fi executate înclinat la 75° spre dreapta față de linia de bază a rândului sau perpendicular pe aceasta.

În cadrul unui desen se va folosi același mod de execuție al scrierii, drept sau înclinat.

Scrierea tehnică este caracterizată prin înălțimea h a literelor mari, denumită *dimensiune nominală a scrierii* și prin grosimea liniei de trasare, denumită *modulul scrierii*. S-au stabilit următoarele dimensiuni nominale pentru h : 2,5 ; 3,5 ; 5 ; 7 ; 10 ; 14 ; 20 mm, precum și dimensiunile obținute prin înmulțirea cu 10 a șirului anterior.

Elementele ce caracterizează cele două tipuri de scriere, în funcție de dimensiunea nominală a scrierii, sunt cuprinse în tabelul 1.2.

Tabelul 1.2

Elemente dimensionale pentru scriere

Elemente caracteristice	Scriere tip A	Scriere tip B
Grosimea liniei de scriere	$1/14 h$	$1/10 h$
Înălțimea literelor mari și a cifrelor	$14/14 h$	$10/10 h$
Înălțimea literelor mici	$10/14 h$	$7/10 h$
Distanța între două litere alăturate ale unui cuvânt, între două cifre ale unui număr sau între o cifră și o literă alăturate ale unui simbol	$2/14 h$	$2/10 h$
Lățimea unei litere (cu excepția lui <i>M</i> și <i>W</i>)	$6/14 h$	$6/10 h$
Distanța minimă între două cuvinte sau numere	$6/14 h$	$6/10 h$
Distanța minimă între două rânduri (între liniile de bază)	$20/14 h$	$14/10 h$
Distanța între linia de bază pentru indici față de linia de bază a rândului	$3/14 h$	$2/10 h$
Distanța între linia de bază pentru exponenți față de linia de bază a rândului	$8/14 h$	$6/10 h$

Exemple de scriere dreaptă sau înclinată se dau în figura 1.10.

1.3.6. LINII FOLOSITE ÎN DESENUL DE CONSTRUCȚII

În desenul tehnic *linia* este un element fundamental pentru reprezentarea grafică a obiectelor.

Necesitatea de a realiza desene clare, ușor de înțeles — în care să se diferențieze elementele esențiale de cele subordonate, secundare sau auxiliare — a dus la diversificarea grafică (în formă și grosime) a liniilor folosite, în funcție de destinația lor și mărimea reprezentării.

Pentru redactarea și interpretarea unitară a desenelor tehnice, tipurile de linii și modul lor de folosire au fost standardizate. Astfel, STAS 1434-83 indică tipurile de linii și modul de folosire a lor pentru desenele de construcții (tab. 1.3).

Tabelul 1.3

Tipuri de linii uzuale folosite în desenul de construcții

Tipul liniei		Modul de folosire
Continuă C	groasă C_1	Contururi de secțiune sau tabele ; chenare pentru desene.
	mijlocie C_2	Muchii văzute în vederi și secțiuni. Curbe de nivel principale. Construcții geometrice.
	subțire C_3	Linii de cote, linii ajutătoare de cotă, hașuri, axe de goluri la uși și ferestre ; linii de ruptură și întrerupere. Linii de referire sau de indicație pentru cote, notări sau observații scrise pe desen. Curbe de nivel curente. Contururi de secțiuni rabătute.
Întreruptă I	mijlocie I_2	Muchii nevăzute, ascunse după alte elemente.
Linie-punct P	mijlocie P_2	Orice fel de axe, cu excepția axelor indicate la C_3 și P_3 .
	subțire P_3	Axele geometrice ale pieselor componente. Trasee de secționare. Linii de întrerupere. Părți situate în fața planului de secționare.

Grosimea liniei continue groase se consideră grosime de bază b ; în funcție de mărimea și complexitatea desenelor, b se poate alege între 0,4 și 2 mm. Grosimea de trăsare pentru liniile mijlocii este $b/2$, iar pentru liniile subțiri $b/4$.

În cazuri speciale (scheme, grafice, semne convenționale) sunt admise și alte tipuri de linii, cu condiția ca semnificația lor să fie explicată prin legendă pe desen.

Lungimea segmentelor și a intervalelor liniilor întrerupte sau a liniilor-punct trebuie să fie uniformă pe aceeași linie și în ansamblul aceluiasi desen. Liniile-punct încep, se intersectează, și se termină obligatoriu cu un segment.

Grosimea de bază aleasă va fi aceeași pentru toate reprezentările unui obiect desenat la aceeași scară.

1.3.7. SCĂRI NUMERICE ȘI GRAFICE

Scări numerice. Prin scara unui desen se înțelege raportul dintre dimensiunea liniară d a unui element măsurat pe desen și dimensiunea reală r a elementului reprezentat. Când raportul $\frac{d}{r}$ este egal cu 1, obiectul este reprezentat în desen în mărime naturală ; când raportul $\frac{d}{r}$ este mai mare decât 1, obiectul reprezentat în desen este mai mare decât în realitate, iar scara este de mărire ; când raportul $\frac{d}{r}$ este mai mic decât 1, obiectul reprezentat în desen este mai mic decât cel real, iar scara aleasă este de micșorare.

Scara desenului se alege în funcție de dimensiunile generale ale obiectului și de necesitatea de a realiza o reprezentare clară în cadrul unui format cât mai redus.

Pentru a reprezenta la scară o dimensiune r a unui obiect, se multiplică această valoare cu scara aleasă ; rezultatul, exprimat în aceeași unitate de măsură, este mărimea de desenat d (pentru scările de micșorare $\frac{d}{r} = \frac{1}{n}$, iar pentru scările de mărire $\frac{d}{r} = \frac{n}{1}$). De exemplu, lungimea unei construcții de 16,00 m se reprezintă pe desen la scara 1/50, astfel : $16,00 \text{ m} \times 1/50 = 1\,600 \text{ cm} \times 1/50 = 32 \text{ cm}$.

În cazul în care toate proiecțiile unei planșe sunt reprezentate la aceeași scară, mărimea acesteia se trece în indicator în compartimentul respectiv. Dacă planșa conține proiecții reprezentate la scări diferite, în indicator se scrie valoarea scării principale, urmată de valoarea scărilor secundare în paranteze, de exemplu : 1 : 10 (1 : 2 ; 1 : 5) ; în dreptul titlului desenului cu scară diferită de cea principală se scrie valoarea scării respective, precedată de cuvântul *scară*, de exemplu : secțiunea A—A, scara 1 : 5. Dacă planșele cuprind numai reprezentări de detalii executate la scări diferite, scara fiecărei reprezentări se scrie în dreptul titlului proiecției respective ; în compartimentul respectiv din indicator se trasează o linie scurtă.

Când planșele cuprind scări diferite pentru cele două axe de reprezentare, cele două scări se scriu în indicator precedate de litera O pentru axa orizontală (de exemplu, $O—1 : 100$) și de litera V , pentru axa verticală (de exemplu, $V—1/10$).

STAS 2-84 prevede următoarele scări de reprezentare :

- scări de mărire — 2 : 1 ; 5 : 1 ; 10 : 1 ; 20 : 1 ; 50 : 1 ; 100 : 1.
- scară de mărime naturală — 1 : 1 ;
- scări de micșorare — 1 : 2 ; 1 : 5 ; 1 : 10 ; și orice altă scară obținută prin înmulțirea împărțitorului acestor scări cu 10^n , unde n poate fi 1, 2, 3 sau 4. În tabelul 1.4 sunt indicate scările uzuale pentru diferite reprezentări grafice în desenul de construcții.

Scări grafice. În cazul unor desene care urmează să fie mărite sau micșorate este necesar ca scara lor să fie reprezentată grafic. Executarea scărilor grafice permite determinarea dimensiunilor reale, transpuse în desen, eliminându-se calculele de transformare.

Scările grafice pot fi : aritmetice sau logaritmice.

Scările grafice aritmetice mai des folosite sunt : scara obișnuită și scara cu contrascară.

Scara obișnuită este caracterizată prin gradații echidistante, corespunzătoare modulului scării. Rigla gradată (cu diviziuni în cm și mm) poate fi folosită eficient ca scară grafică obișnuită, stabilindu-se în prealabil dimensiunea reală care corespunde unui centimetru pe riglă. De exemplu, pentru scara 1 : 100, 1 cm pe riglă corespunde unei dimensiuni reale de 100 cm.

Scări uzuale pentru desenul de construcții

Reprezentare grafică	Scări folosite
Planuri topografice: — la scară mică — cu curbe de nivel la distanța de 1 m	1 : 20 000 ; 1 : 10 000 1 : 2 000 ; 1 : 1 000
Planuri de situație: — planuri de ansamblu în faza de studiu — planuri de ansamblu în faza de execuție	1 : 2 000 ; 1 : 1 000 1 : 500
Planșe de prezentare	1 : 200
Planuri de arhitectură sau de rezistență	1 : 200 ; 1 : 100 ; 1 : 50
Prolifuri în lung (drumuri): — pentru lungimi — pentru înălțimi	1 : 2000 ... 1 : 500 (ca și a planului de situație) de 10 ori mai mare decât scara pentru lungimi (1 : 200 ... 1 : 50)
Profiluri transversale (drumuri)	1 : 100 ; 1 : 50
Detalii diverse (arhitectură, rezistență, drumuri etc.)	1 : 20 ; 1 : 10 ; 1 : 5 ; 1 : 2 ; 1 : 1 ; 2 : 1 ; 5 : 1

Scara cu contrascară este alcătuită dintr-un segment de dreaptă pe care se trasează de la 0 spre dreapta unități de măsură la scara respectivă, iar de la 0 spre stânga, o singură unitate împărțită în subdiviziuni — *contrascara* — folosită pentru măsurarea dimensiunilor subunitare (fig. 1.8).

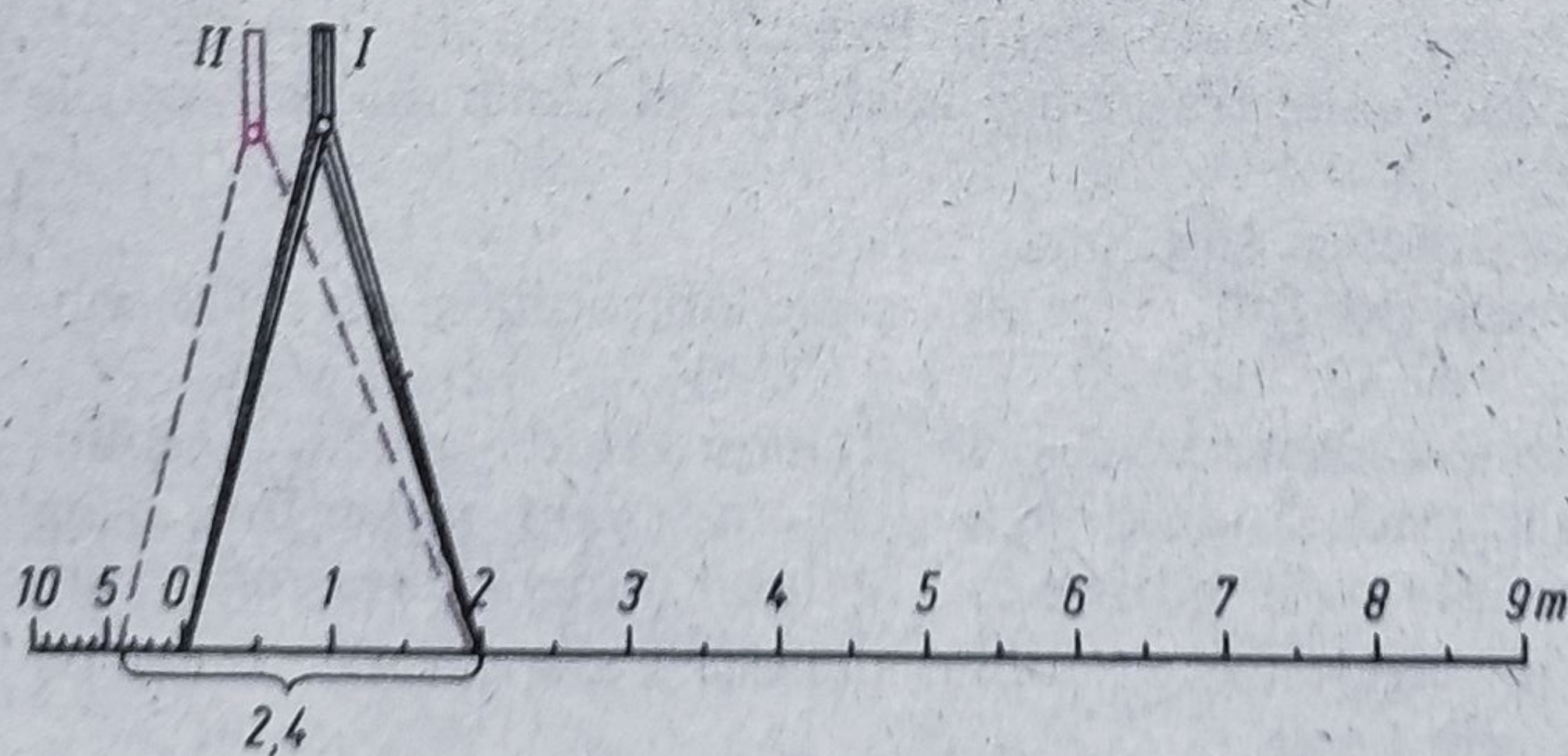


Fig. 1.8. Scară grafică cu contrascară.

Scările logaritmice servesc la reprezentarea grafică a funcțiilor și la întocmirea diagramelor.

1.3.8. COTAREA DESENULUI DE CONSTRUCȚII

Un desen, pentru a putea fi folosit practic, trebuie să conțină pe lângă proiecțiile necesare — vederi și secțiuni — și valorile numerice ale dimensiunilor obiectului reprezentat. Valoarea numerică a unei dimensiuni înscrisă pe desen se numește *cotă*. Operația de înscriere pe desenul unui obiect a dimensiunilor liniare care îi determină toate elementele geometrice se numește *cotare* și se realizează conform STAS 1434-83.

Elementele unei cotări sunt : linia de cotă, linia ajutătoare, linia de indicație, cota (fig. 1.9, a și b).

Linia de cotă este linia deasupra căreia se înscrie grafic cota respectivă. *Linia ajutătoare* delimitează grafic dimensiunile ce se cotează. *Linia de indicație* precizează pe desen elementul la care se referă o prescripție tehnică, un număr de poziție, o notare convențională, o cotă de nivel, o cotă care din lipsă de spațiu nu poate fi scrisă pe linia de cotă respectivă.

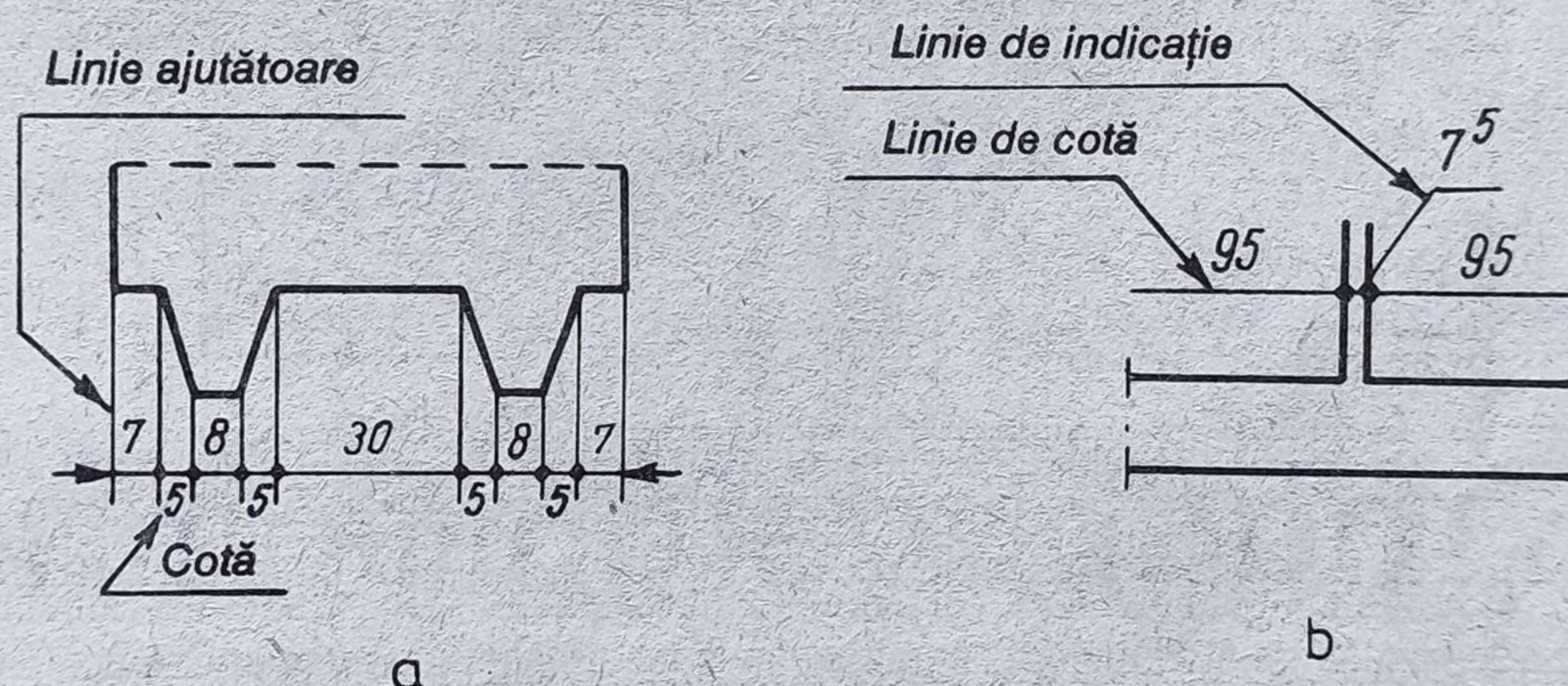


Fig. 1.9. Elementele cotării.

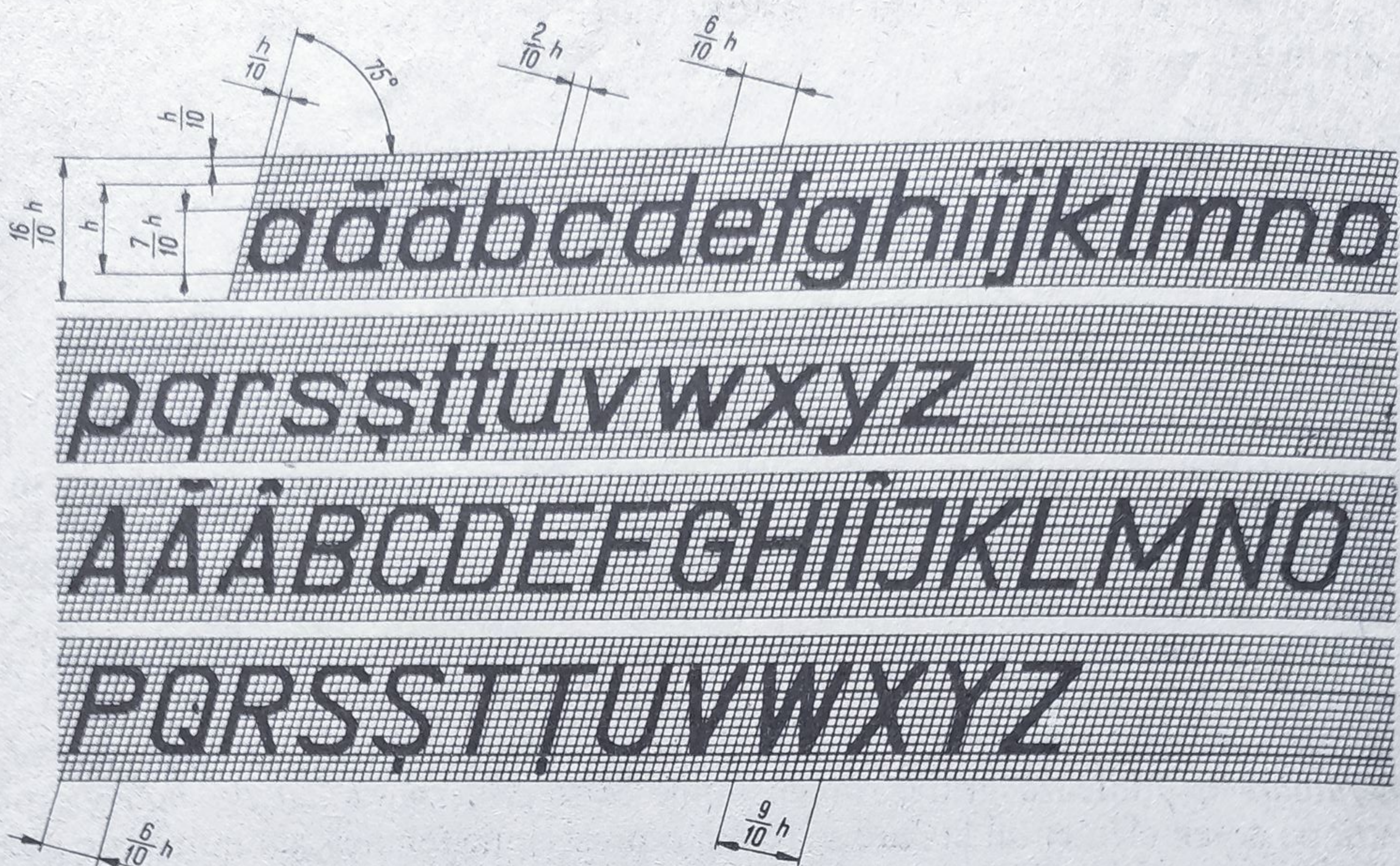
Aplicații

1. Pe o hârtie format A4 se vor trasa portative (conf. fig. 1.10) pe care se vor executa exerciții de scriere STAS în creion, cu lățimea obișnuită și dimensiunea : 7 mm ; 10 mm.

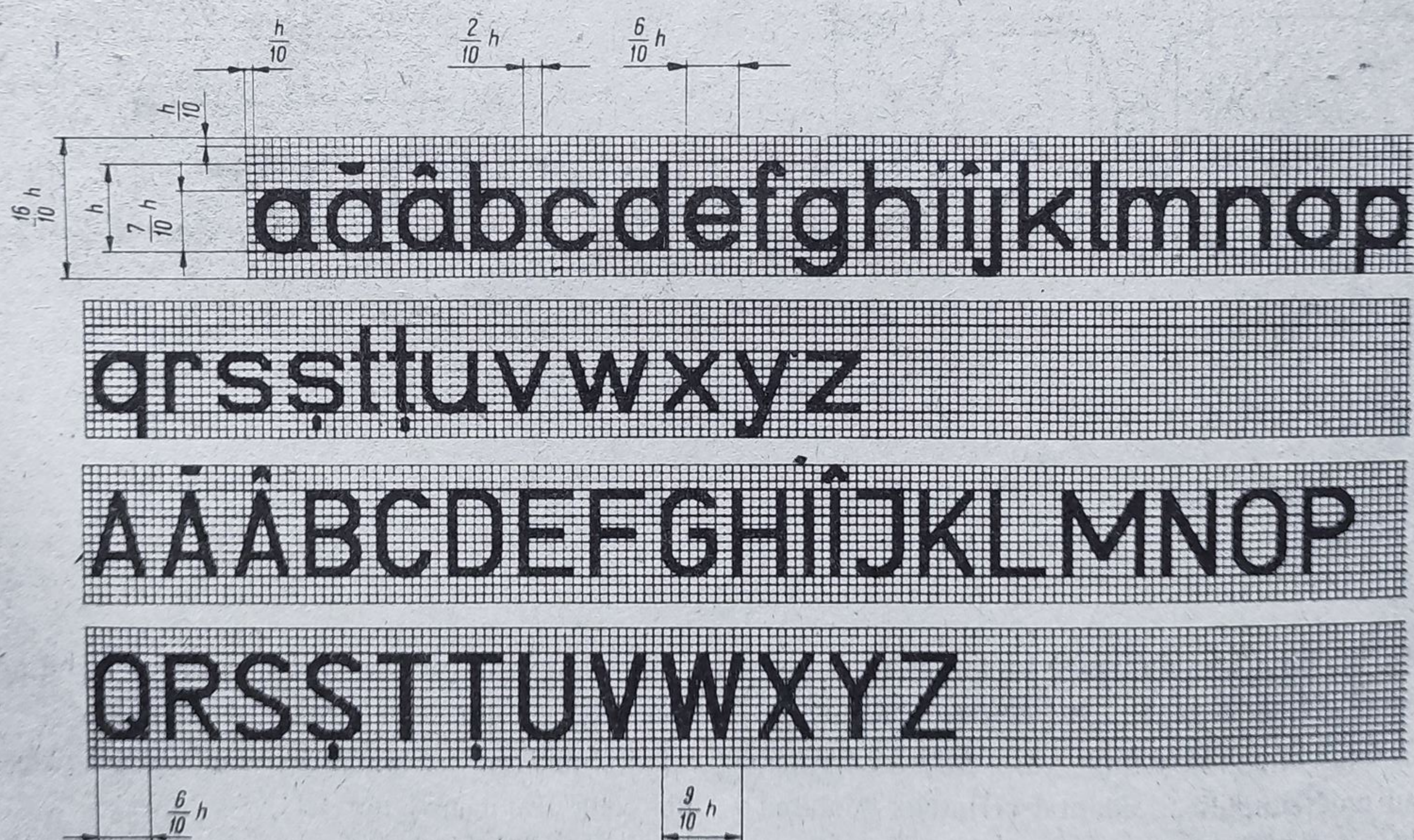
Se poate folosi indicatorul STAS completat în mod corespunzător situației și conținutului planșei sau unul simplificat, adaptat cerințelor școlare, de felul celui arătat în figura 1.11.

Este indicat a se executa cel puțin două rânduri de scriere din fiecare dimensiune nominală, pentru a se evidenția și distanța între rânduri.

2. Pe o hârtie format A4 se va executa în creion o planșă cuprinzând cercuri continue și întrerupte de diferite grosimi și felurite tipuri de linii drepte, cu înclinări de 30°, 45°, 60°, 75°, așezate astfel încât să formeze zone sau câmpuri diferite, armonios dispuse în cadrul planșei (fig. 1.12).



1234567890 I I I V X I



1234567890 I I I V I X I

Fig. 1.10. Exerciții de scriere.

Denumirea școlii (scriere $h=10$)						
	Numele ($h=5$)	Semnăt	Scara	Obiect, Titlul planșei (scriere $h=7$)	Planșa Nr.	
Desenat					Clasa	
Verificat						
Notat	Nota acordată					
25	35	20	15	70	20	
185						

Fig. 1.11. Indicator adaptat condițiilor școlare.

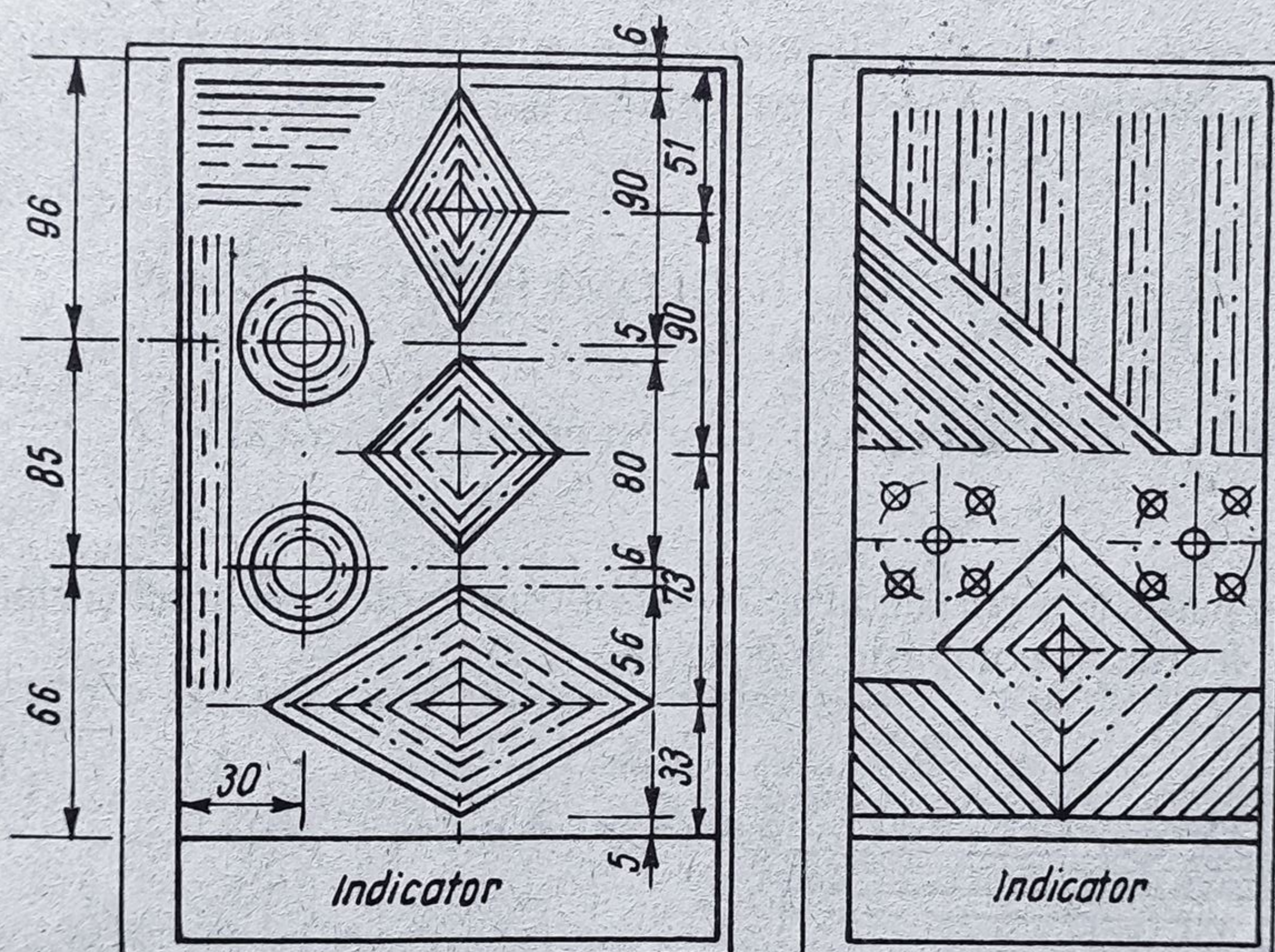


Fig. 1.12. Exerciții de trasare.

CAPITOLUL 2

CONSTRUCȚII GEOMETRICE

Reprezentările plane ale obiectelor din spațiu, în proiecție ortogonală sau perspectivă se bazează pe construcții grafice (geometrice).

2.1. CONSTRUCȚII GEOMETRICE ÎN PLAN

2.1.1. DREPTE PARALELE ȘI PERPENDICULARE

Dreptele paralele și perpendiculare se pot trasa cu teul, echerul și rigla (fig. 2.1) sau se pot construi cu compasul și rigla (fig. 2.2).

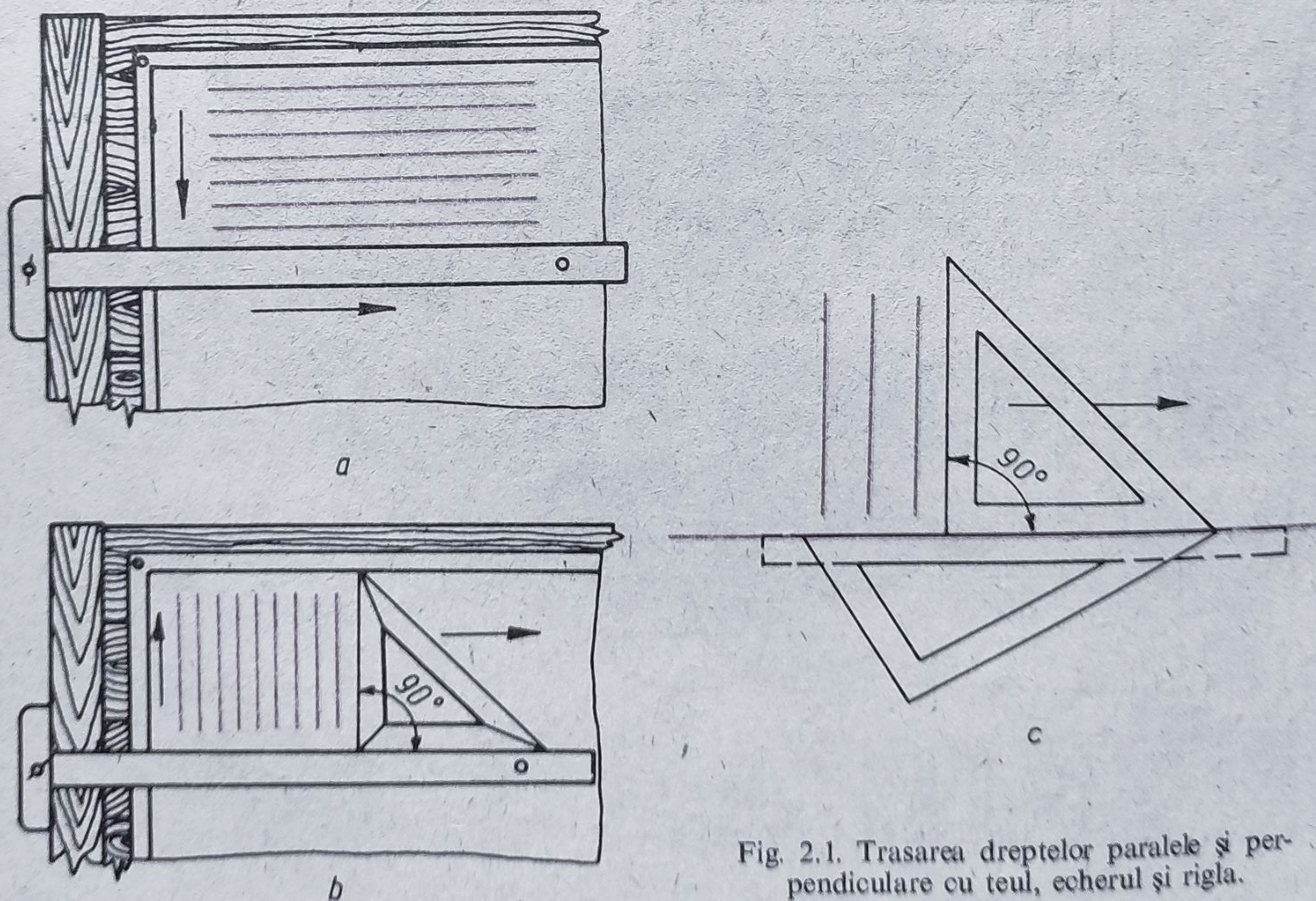


Fig. 2.1. Trasarea dreptelor paralele și perpendiculare cu teul, echerul și rigla.

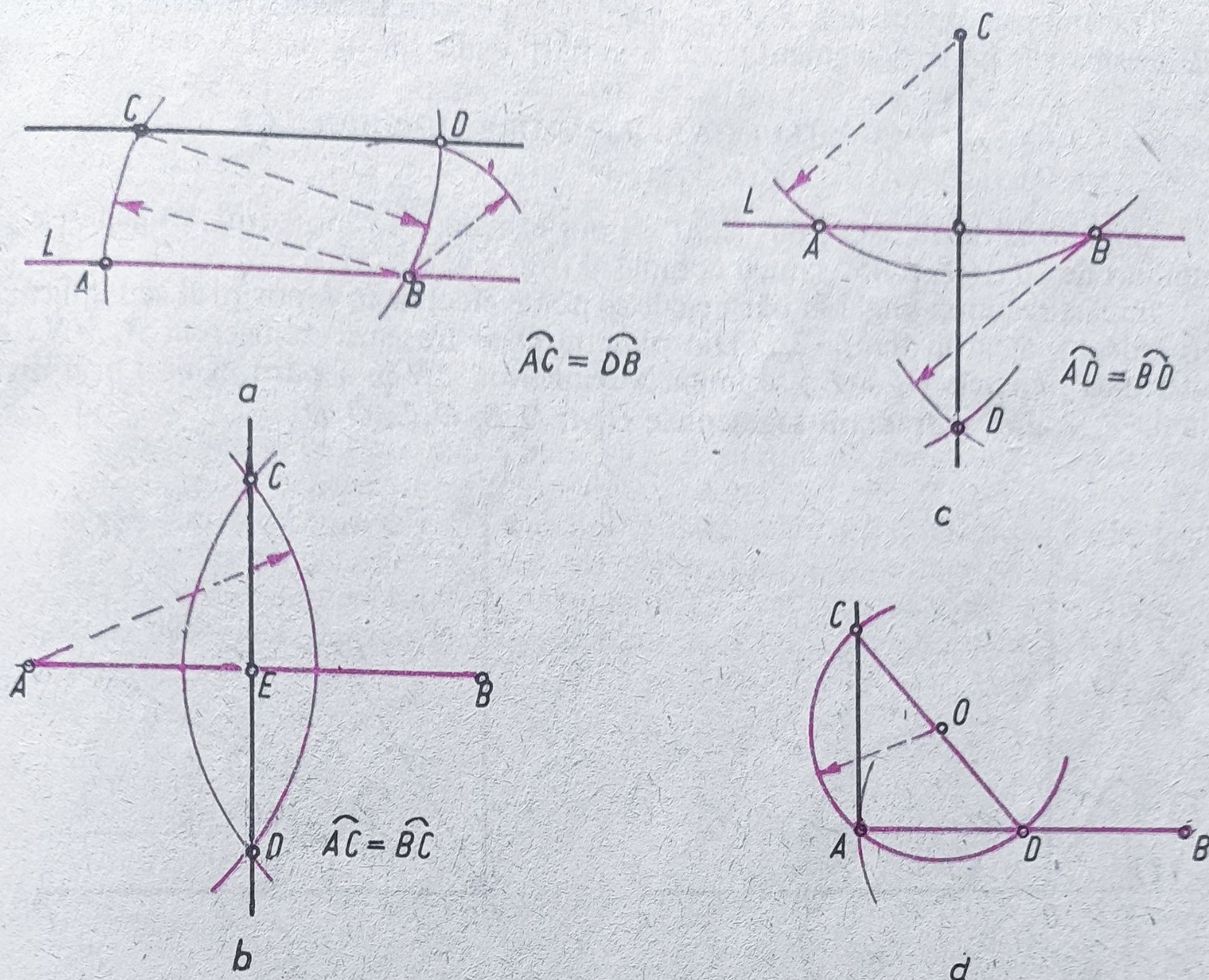


Fig. 2.2. Construcția dreptelor paralele și perpendiculare cu compasul și rigla :

a — dreaptă paralelă care trece printr-un punct exterior dreptei date (se dau dreapta L și punctul C ; $\widehat{AC} = \widehat{DB}$) ; b — perpendiculară pe mijlocul unui segment de dreaptă (mediatoarea) ; c — perpendiculară pe o dreaptă dintr-un punct exterior ; d — perpendiculară pe extremitatea unui segment de dreaptă (punctul O se alege arbitrar).

2.1.2. ÎMPĂRȚIREA SEGMENTELOR DE DREAPTĂ ÎNTR-UN RAPORT DAT ȘI ÎN PĂRȚI EGALE

Stabilind raportul $\frac{m}{n}$ egal cu $\frac{5}{3}$ (fig. 2.3), pe semidreapta dusă prin punctul A , sub un unghi oarecare, din punctul A , se măsoară $5 + 3$ segmente egale, de o lungime arbitrar aleasă. Ultimul punct de diviziune 8 de pe semidreaptă se unește cu B , iar din punctul 5 se duce o paralelă la dreapta $8B$. Această dreaptă intersectează segmentul de dreaptă AB în punctul C . Punctul C împarte segmentul AB în raportul dat.

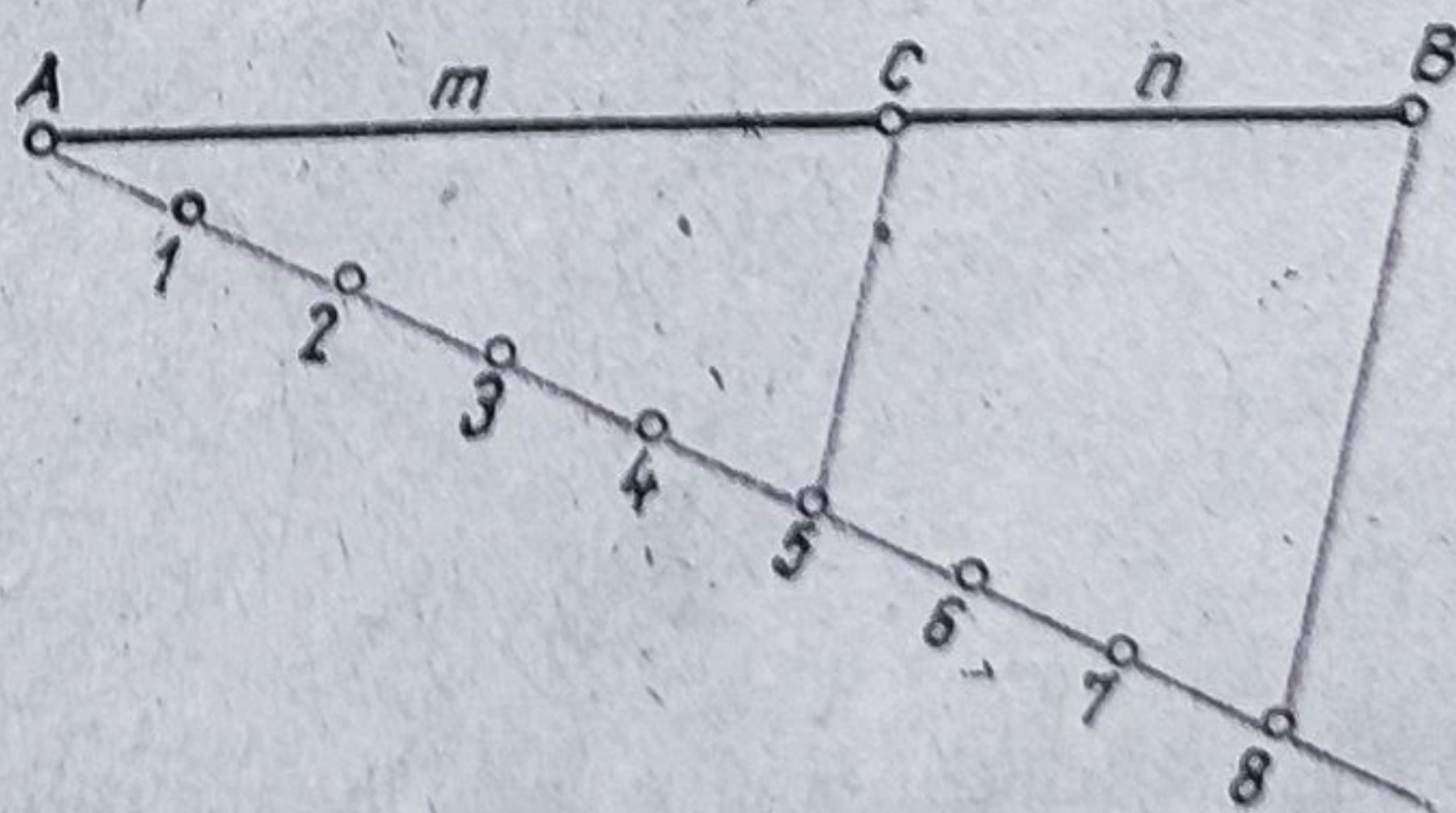


Fig. 2.3. Împărțirea unui segment de dreaptă într-un raport dat.

Trasând prin punctele $1, 2, 3, \dots, (n - 1)$ de pe semidreaptă, paralele la dreapta nB , acestea vor împărți segmentul AB în n părți egale (în figura 2.3, $n = 8$).

2.1.3. CONSTRUCȚIA ȘI ÎMPĂRȚIREA UNGHIURILOR

Unghiurile de 30° , 45° , 60° și 90° se pot executa cu raportorul, cu echerile cu unghiuri de 30° , 60° și 45° sau cu compasul (fig. 2.4, a și b).

Împărțirea unui unghi în părți egale se poate efectua cu raportorul sau aplicând procedeul indicat în figura 2.5. Din punctul O se trasează semicercul N_1MN ; se determină punctele O_1 și E ; se împarte segmentul EN în 5 părți egale; prin diviziunile $1, 2, 3, 4$ se trasează segmentele O_1A, O_1B, O_1C, O_1D .

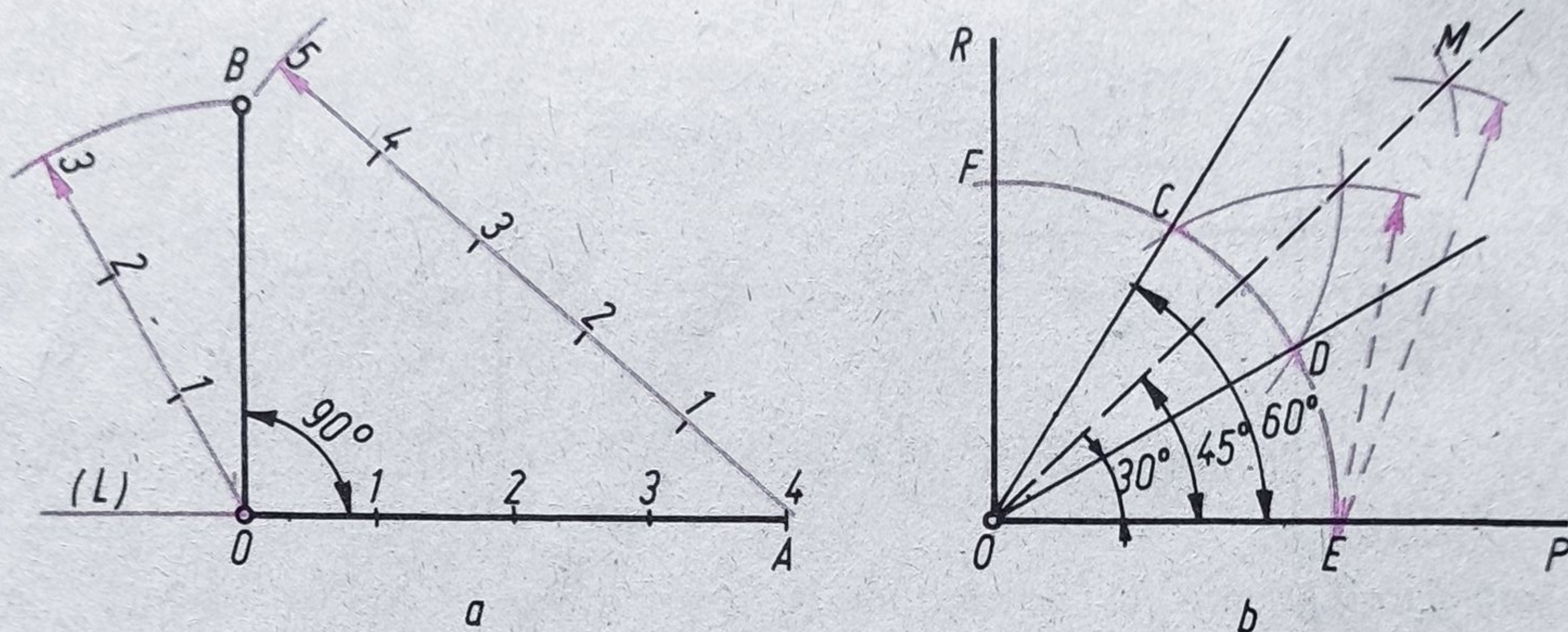


Fig. 2.4. Construcția unghiurilor de 90° , 30° , 45° și 60° cu compasul :

- unghi de 90° construit prin teorema lui Pitagora ; b - unghiuri de 30° , 45° , 60° construite prin împărțiri ale unghiului drept ($\angle ORP = 90^\circ$; $OF = FD = CE$).

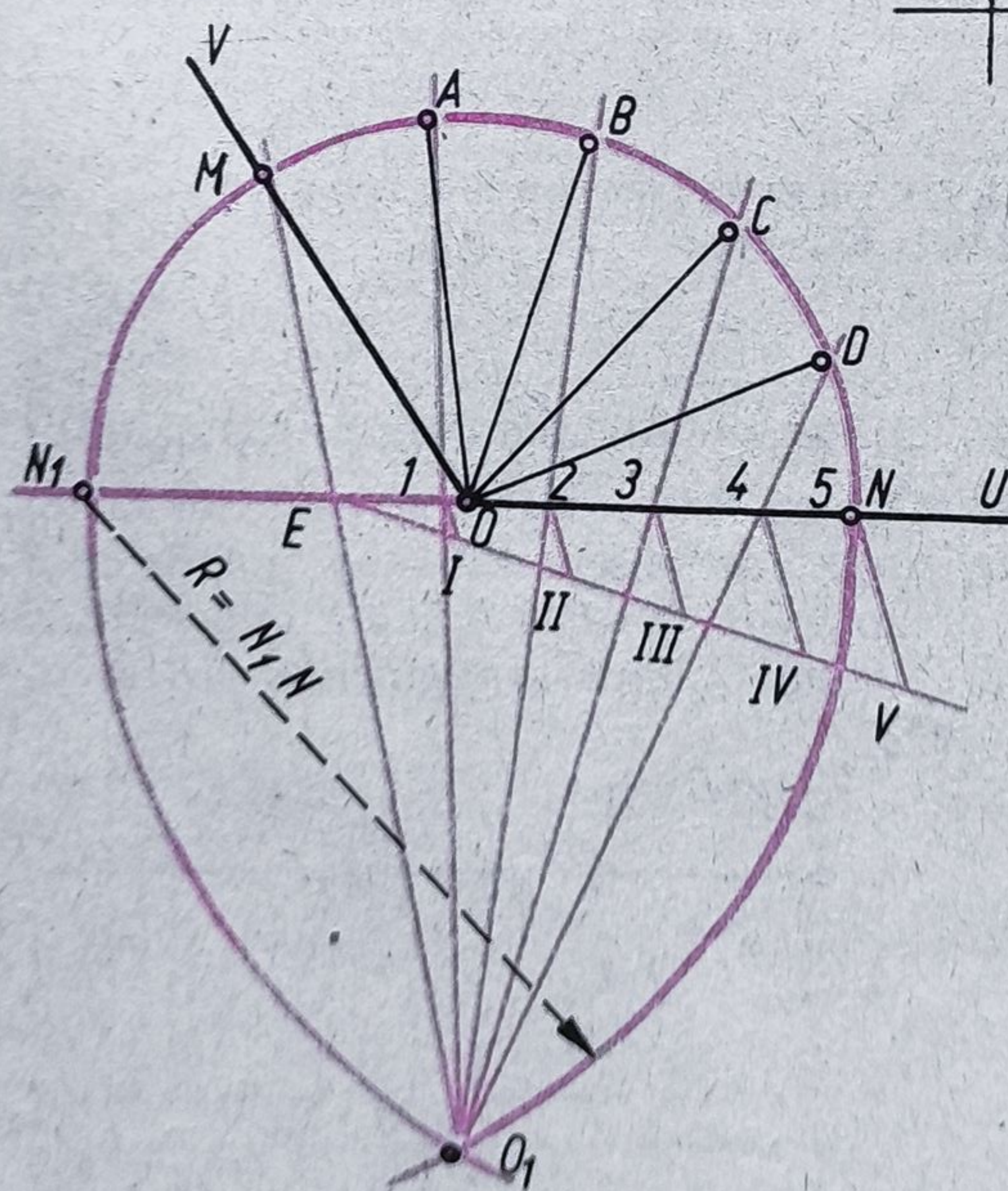


Fig. 2.5. Împărțirea unui unghi în cinci părți egale.

2.2. CONSTRUCȚIA FIGURILOR GEOMETRICE PLANE

2.2.1. TRIUNGHIUL

Construcția triunghiului oarecare când se cunosc lungimile laturilor se face cu compasul (fig. 2.6). Triunghiul dreptunghic, cu ipotenuza și o catetă cunoscute, se construiește aplicând principiul unghiului cu vârful pe cerc, care subîntinde un arc de două ori mai mare decât valoarea sa. În figura 2.2, d , se consideră ipotenuza CD și cateta AD cunoscute; prin mijlocul O al ipotenuzei se trasează un cerc de rază OD . Din punctul D se trasează un arc de cerc de rază AD care intersectează cercul în punctul A ; unind punctele A, C și D se obține triunghiul dreptunghic ACD .

2.2.2. PĂTRATUL

Pătratul de latură cunoscută se construiește grafic folosind rigla și compasul (fig. 2.7). Pe dreapta L se trasează latura AB cunoscută ; din punctele A și B se trasează două arce de rază AB ce se intersectează în punctul O . Se determină punctul m , mijlocul arcului OB . Din punctul O se trasează un cerc de rază Om ; se obțin punctele C și D cu ajutorul cărora se trasează pătratul $ABCD$.

2.2.3. TRAPEZUL

Trapezul isoscel cu baza mare, baza mică și înălțimea cunoscute se construiește grafic folosindu-se echerul și rigla sau rigla și compasul (fig. 2.8).

Pe dreapta L se trasează din punctul A baza mare AB și baza mică DC (segmentul AC). Se construiește mediatoarea segmentului CB pe care se trasează înălțimea EC a trapezului, obținându-se punctul C . Prin punctul C se construiește o paralelă la dreapta L pe care se trasează baza mică DC ; unind punctele A, D, C, B se obține trapezul isoscel.

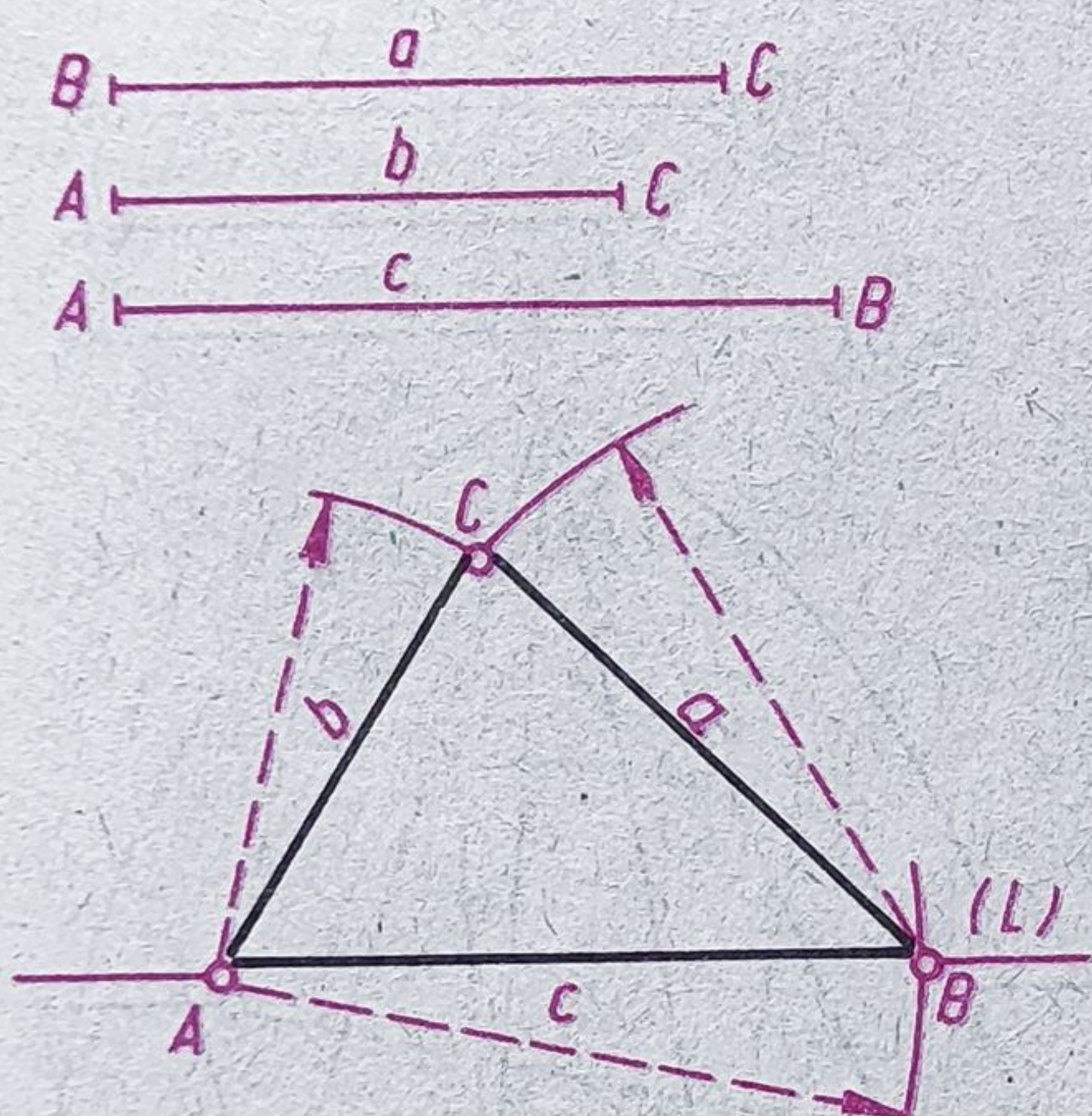


Fig. 2.6. Construcția triunghiului oarecare.

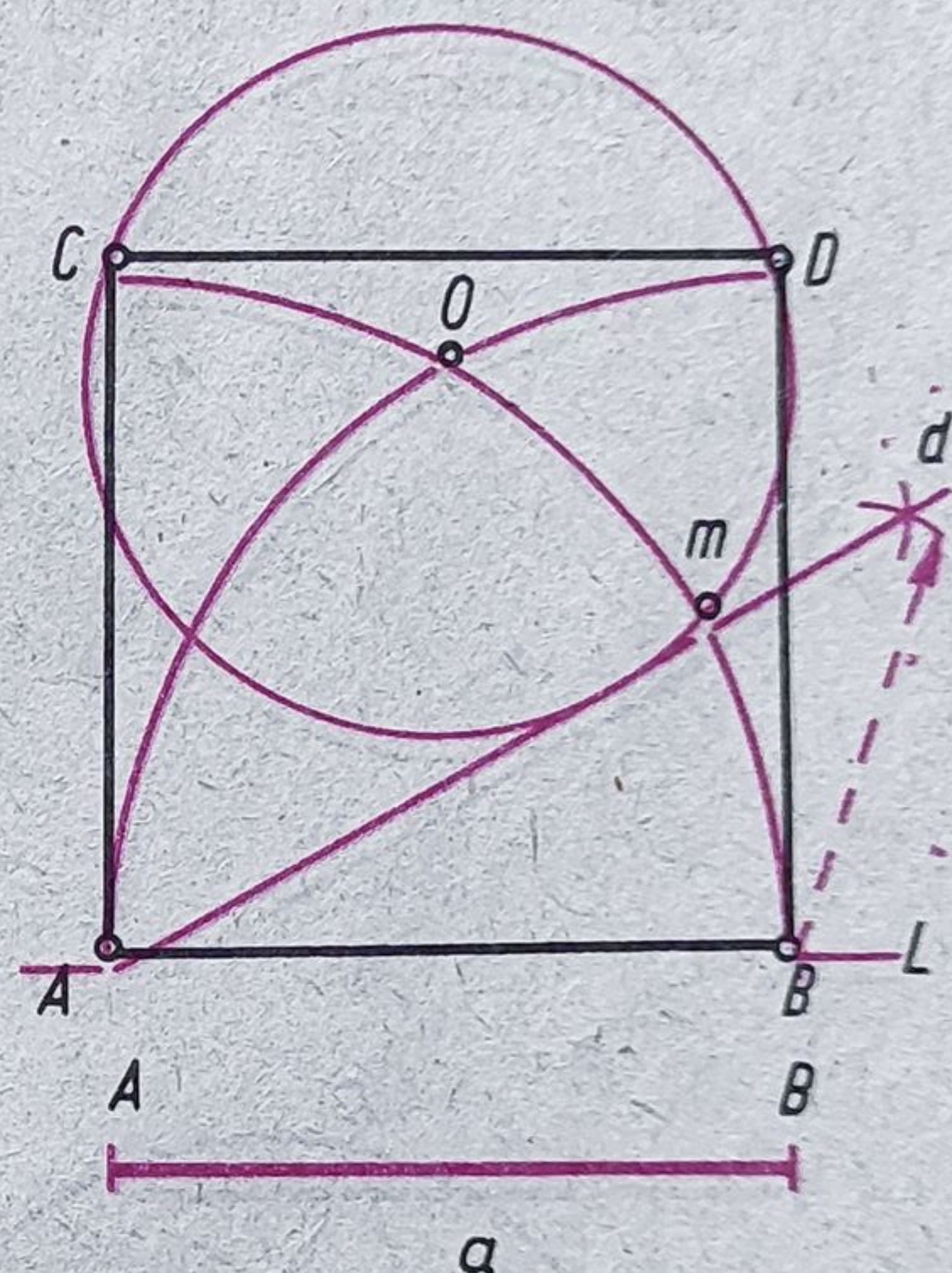


Fig. 2.7. Construcția pătratului.

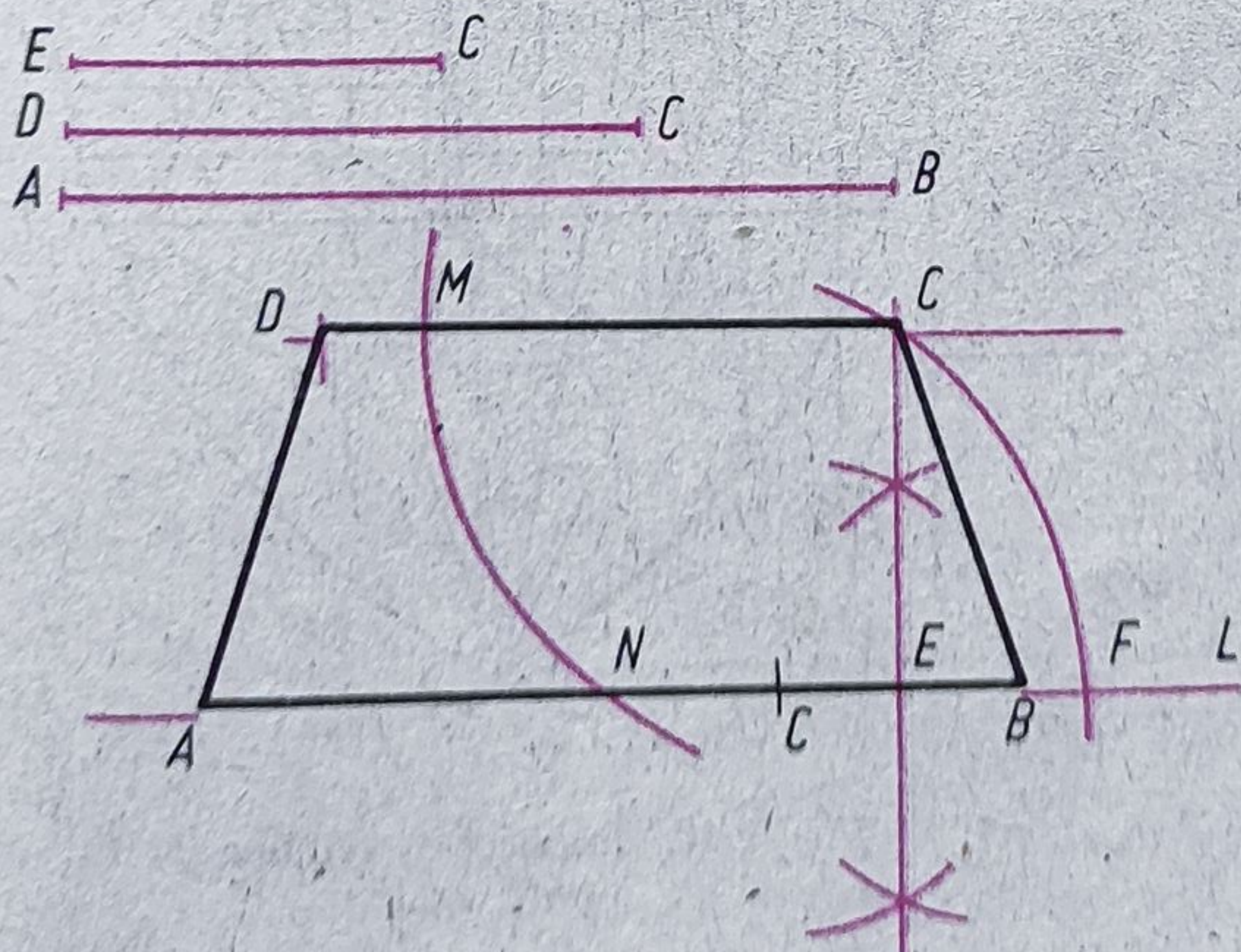


Fig. 2.8. Construcția trapezului isoscel.

2.3. CERCUL ȘI ÎMPĂRTIREA CERCULUI ÎN PĂRȚI EGALE

Construcția cercului care trece prin trei puncte date se face construind grafic centrul lui, situat la intersecția mediatoarelor segmentelor de dreaptă cuprinse între cele trei puncte (fig. 2.9).

Raza cercului subîntinde un arc de cerc egal cu a 6-a parte din lungimea sa ; două arce de cerc de această lungime, împart cercul în trei părți egale.

Două diametre perpendiculare împart cercul în patru părți egale ; bisectoarea unghiului drept cu vârful în centrul cercului, împarte arcul de cerc cuprins între laturile sale în două arce, egale fiecare cu a 8-a parte din lungimea cercului.

Un cerc se poate împărți în n părți egale, astfel, de exemplu : se împarte diametrul AB în nouă părți egale (fig. 2.10) ; se determină punctele C, D la intersecția arcelor de rază AB trasate din centrele A și B ; prin diviziunile cu soț sau fără soț de pe diametrul AB se trasează din C și D segmente de dreaptă care se prelungesc până ce intersectează cercul în nouă puncte.

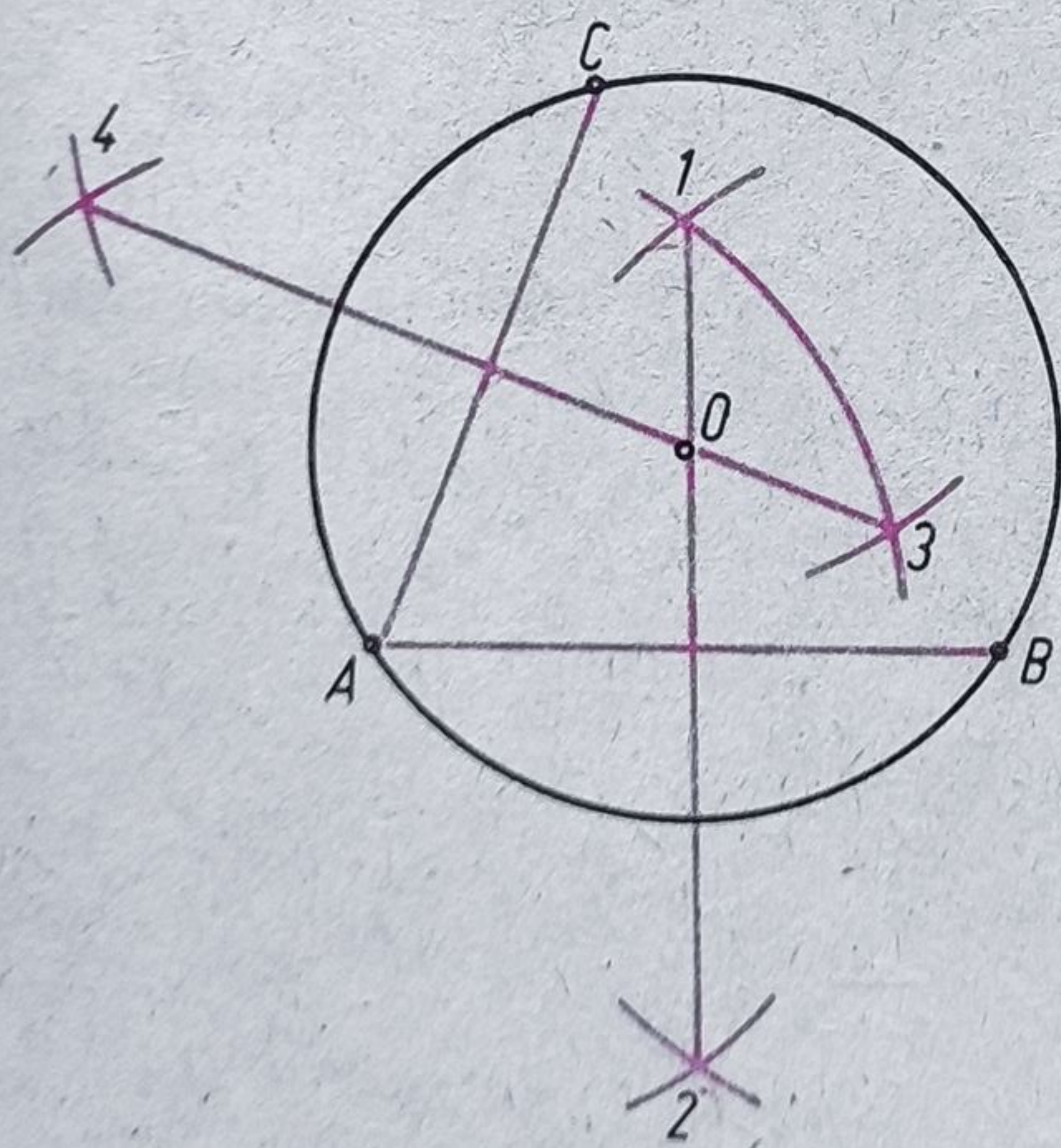


Fig. 2.9. Construcția unui cerc care trece prin trei puncte date.

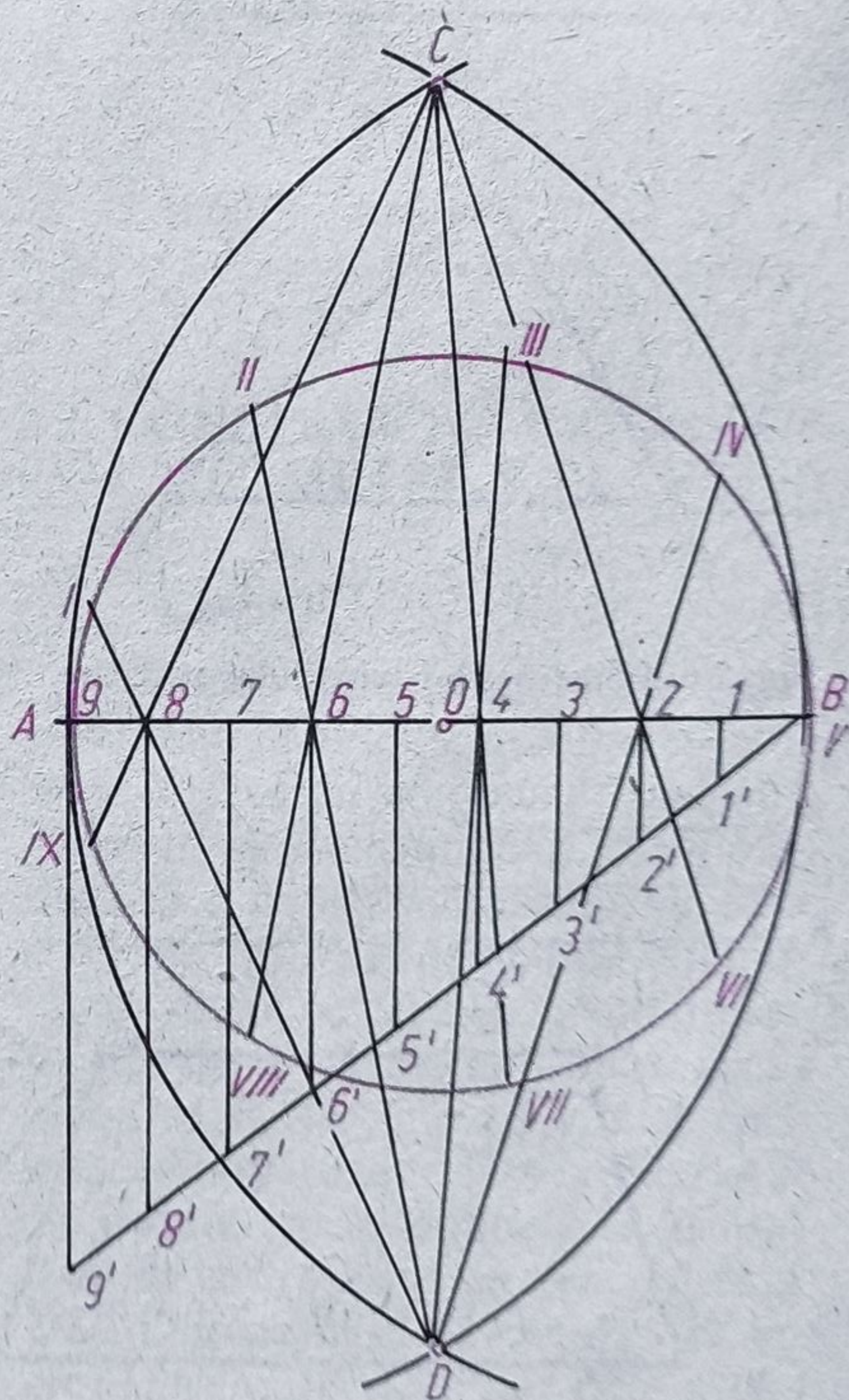


Fig. 2.10. Împărțirea cercului în 9 părți egale.

Aplicații

1. Să se construiască grafic centrul unui arc de cerc (fig. 2.11).

Indicație : Se aleg pe cerc trei puncte A , B și C la distanțe oarecare.

Se construiește câte o perpendiculară (mediatoare) pe mijlocul fiecărei coarde, la intersecția cărora se obține punctul O , care este centrul arcului de cerc dat.

2. Să se construiască grafic la scara 1 : 50 planul unei camere (fig. 2.12), fiind determinate următoarele dimensiuni : $a = 7,00$ m ; $b = 6,30$ m ; $c = 5,00$ m ; $d = 3,30$ m ; $e = 3,10$ m ; $f = 0,80$ m ; $g = 6,40$ m ; $h = 5,40$ m ; $i = 4,25$ m ; $j = 2,80$ m.

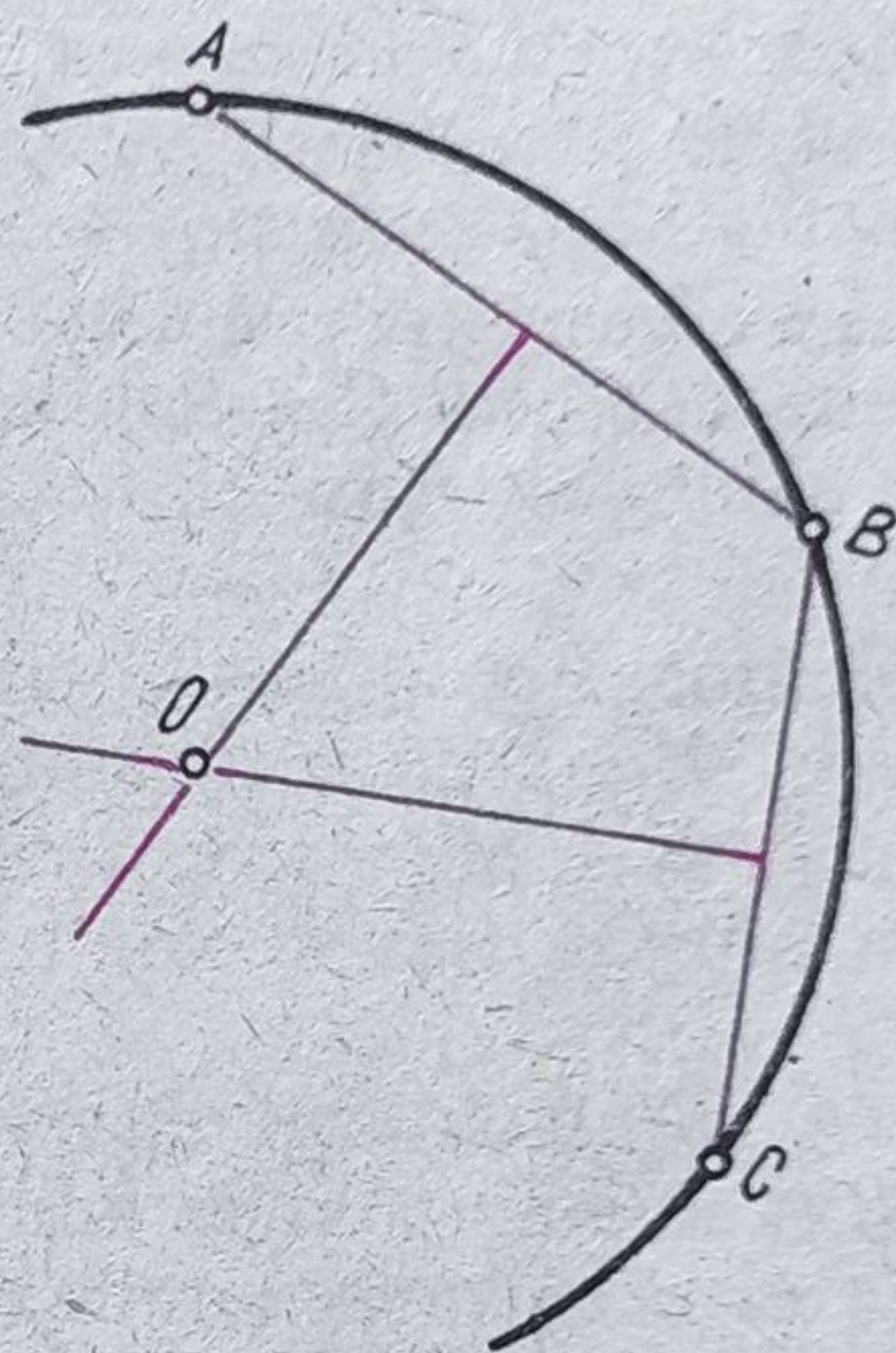


Fig. 2.11. Determinarea centrului unui arc de cerc.

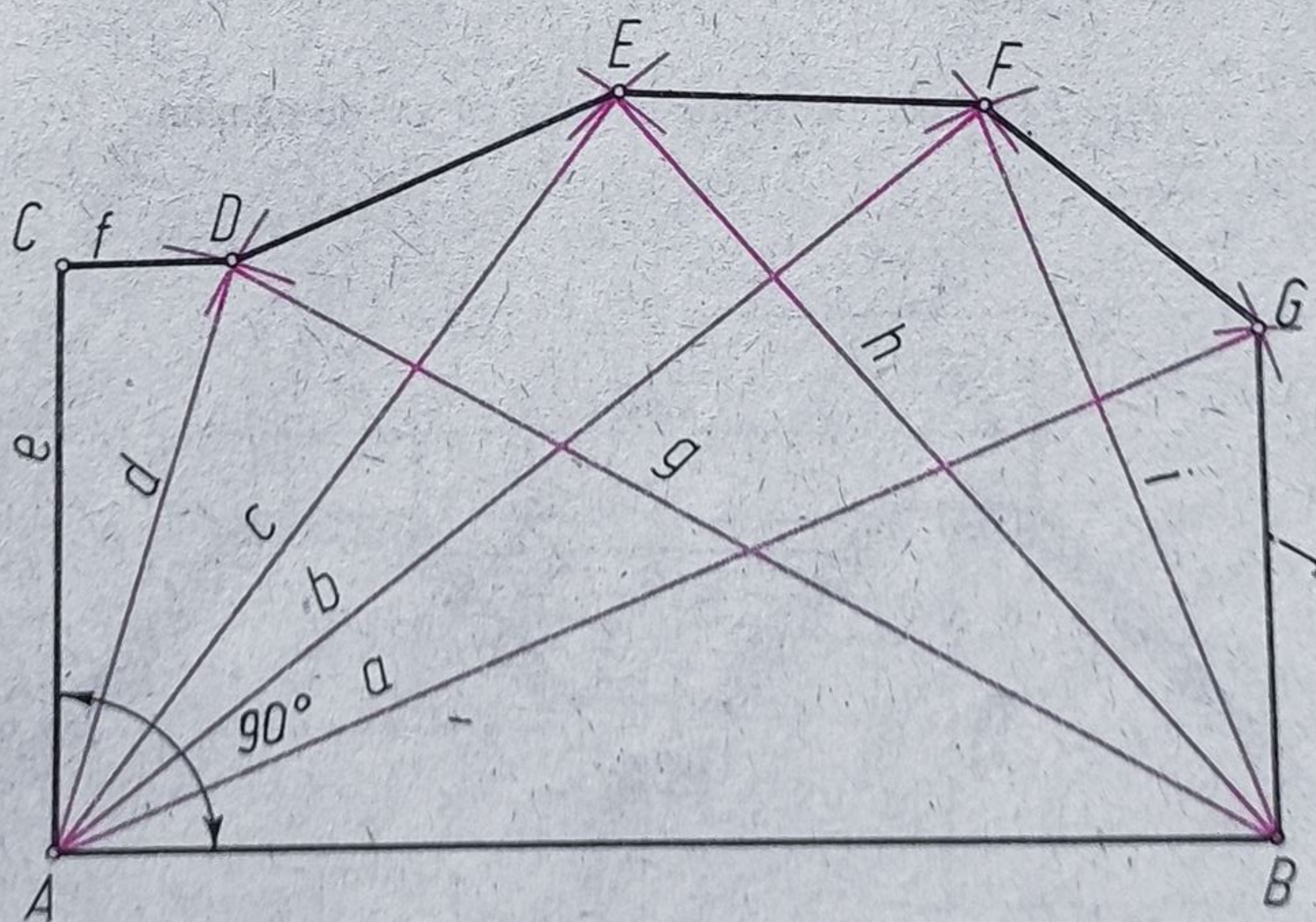


Fig. 2.12. Releveul unei camere.

3. Să se reprezinte grafic, la scara 1 : 20, secțiunea transversală a unui șanț cu val pentru reținerea apelor de suprafață având forma și dimensiunile din figura 2.13.

Indicație : printr-un punct O se duce o semidreaptă înclinată la 15° față de dreapta L ; se fixează undeva pe semidreapta înclinată ce trece prin O , punctul A ; față de acest punct se trasează punctele de cote date, ce alcătuiesc conturul secțiunii șanțului (cotele se dau în cm).

4. Să se traseze pe teren axa transversală mediană a unei construcții, cunoscându-se poziția pe teren a laturii lungi AB .

Indicație : axa transversală perpendiculară pe latura AB se trasează cu ajutorul sforii și al jaloanelor, aplicându-se procedeul din figura 2.2, b .

5. Să se traseze pe teren colțul în unghi drept al unei construcții.

Indicație : unghiul drept al celor două laturi se trasează pe teren cu ajutorul sforii, aplicându-se procedeul din figura 2.2, d sau 2.4, a .

6. Un canal de irigație cu fața liberă, executat în pământ, are în secțiune transversală forma din figura 2.14. Să se traseze acest profil la o scară convenabilă, în vederea determinării prin calcul a volumului de pământ mișcat pentru execuția unui metru din lungimea lucrării.

Indicație : Se ia drept linie de referință, linia orizontală de cotă $\pm 0,00$ m. Față de aceasta, se trasează orizontala de cotă $+ 2,60$ m. Apoi, față de axa verticală de simetrie, se trasează, cu cotele date, crestele canalului și taluzurile cu înclinarea dată.

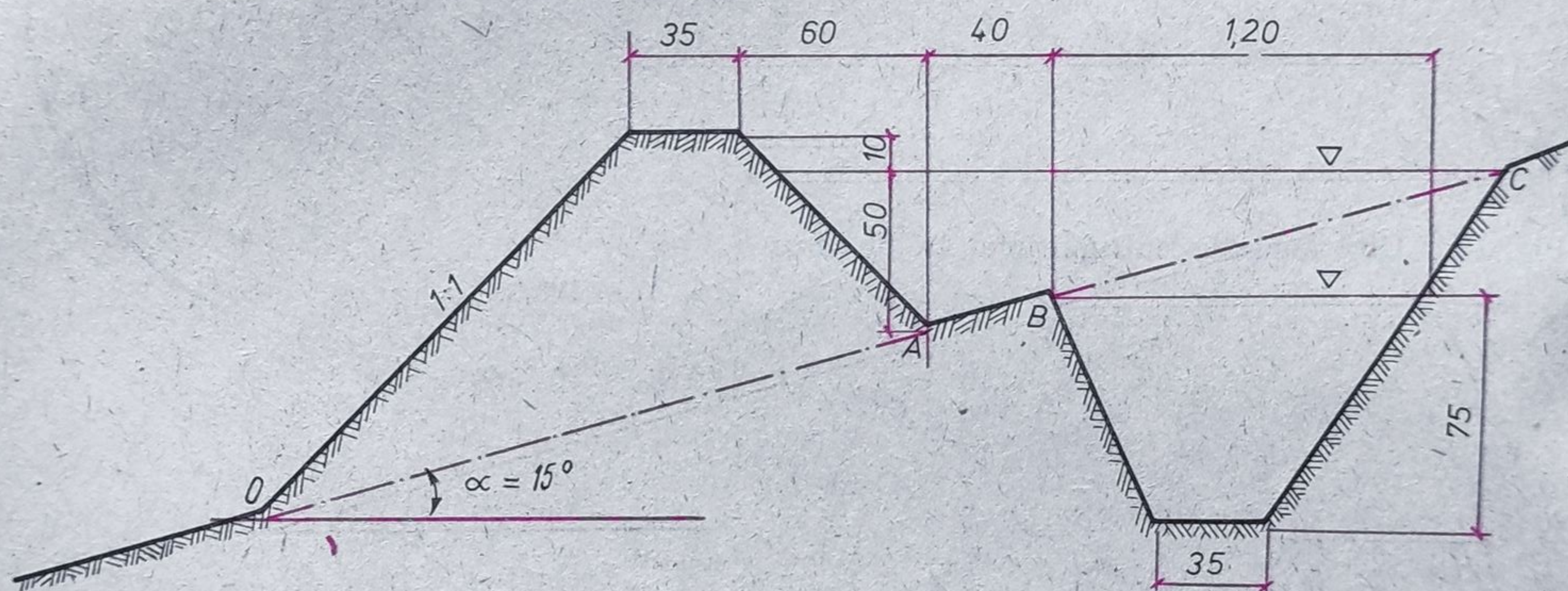


Fig. 2.13. Secțiune printr-un șanț cu val de pământ.

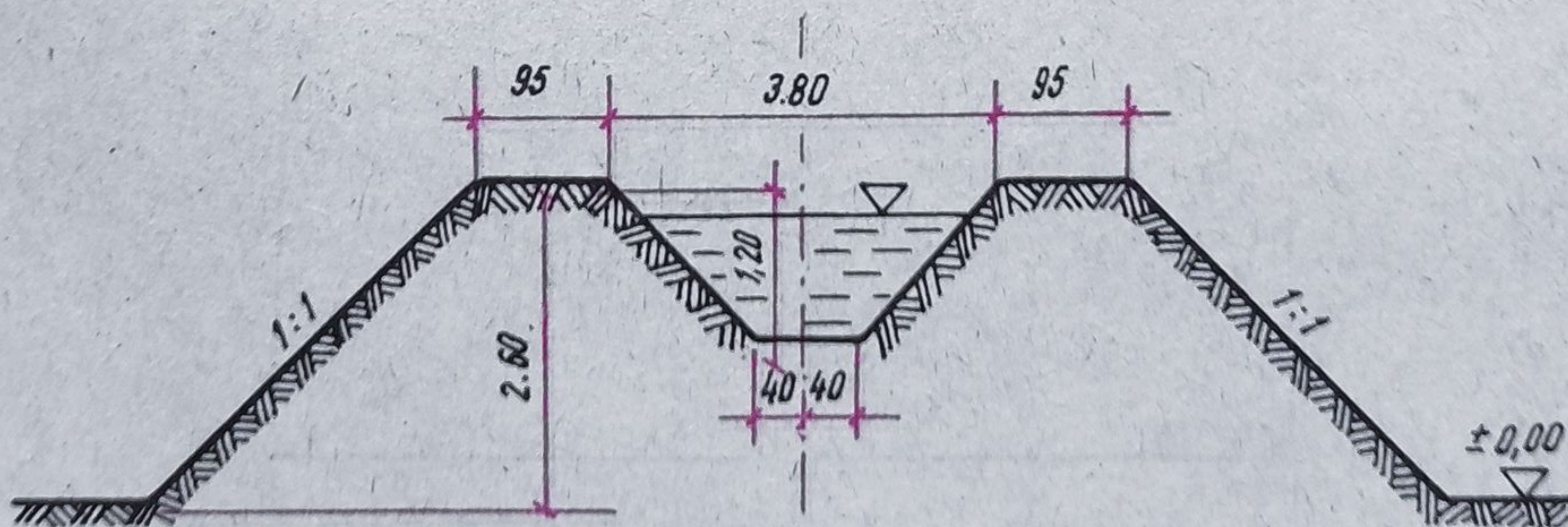


Fig. 2.14. Secțiune printr-un canal de irigație.

CAPITOLUL 3

RACORDĂRI

Desenele conțin frecvent trasee compuse din linii drepte și curbe, care se succed într-o continuitate lină ; unirea a două trasee drepte sau curbe printr-o linie continuă curbă, constituită din arce de cerc, se numește *racordare*.

Construcția grafică a racordărilor se bazează pe proprietatea tangentei la cerc de a fi perpendiculară pe raza cercului respectiv, în punctul de tangență numit și *punct de racordare*.

Elementele racordării sunt : centrul arcului de racordare, arcul de racordare și punctul de racordare. Punctul de racordare dintre o dreaptă și un arc de cerc se situează la intersecția dintre perpendiculara trasată din centrul cercului pe dreapta respectivă, iar punctul de racordare dintre două cercuri sau arce de cerc se situează pe dreapta ce unește centrele celor două cercuri.

Pentru construirea unor racordări printr-un arc de cerc de rază dată (fig. 3.1, 3.2 și 3.3) este necesar să se determine grafic : centrul arcului de racordare de rază cunoscută și punctele de racordare (punctele de contact dintre elementele ce se racordează — dreaptă, arce de cerc).

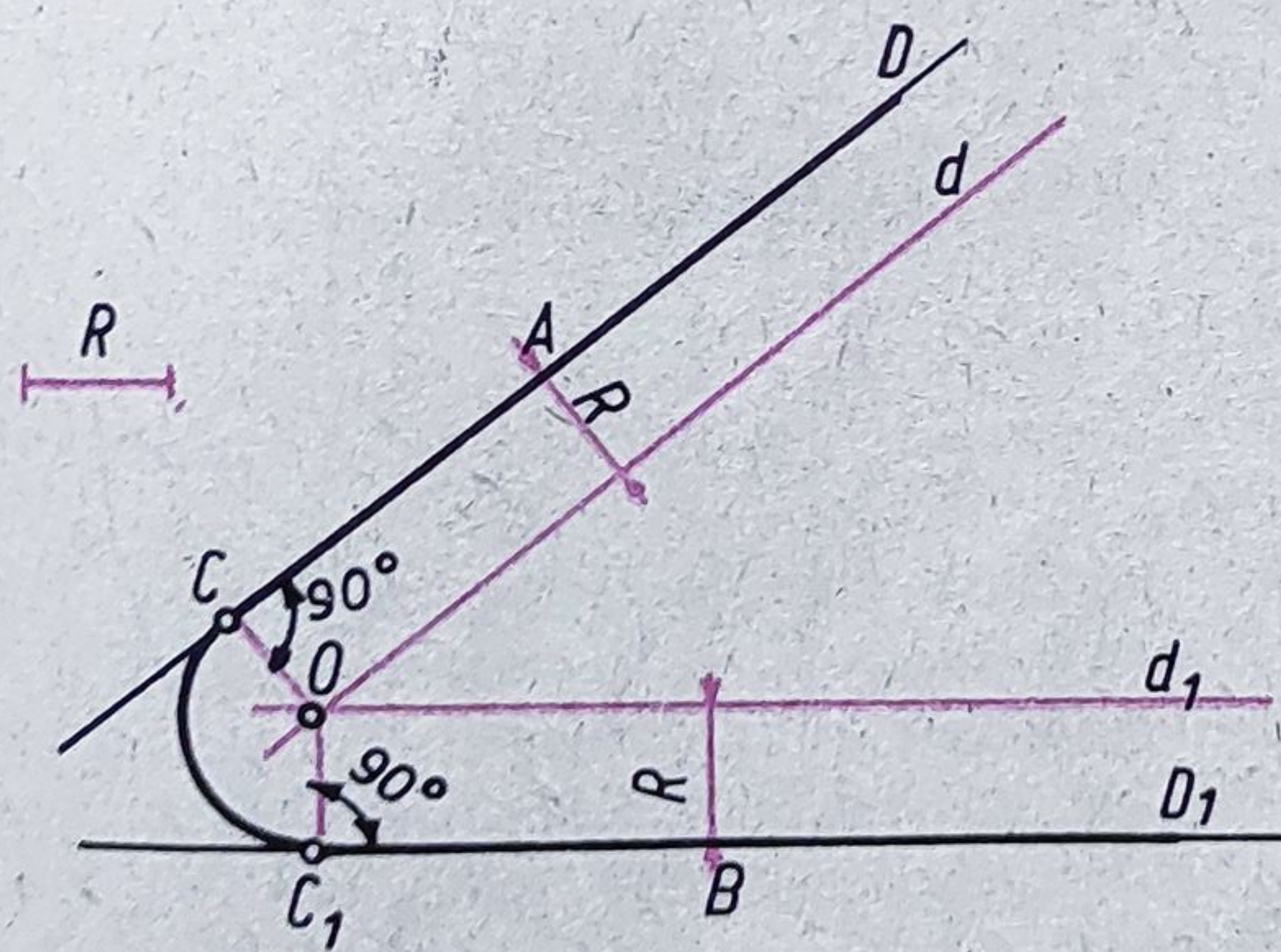


Fig. 3.1. Racordarea a două drepte.

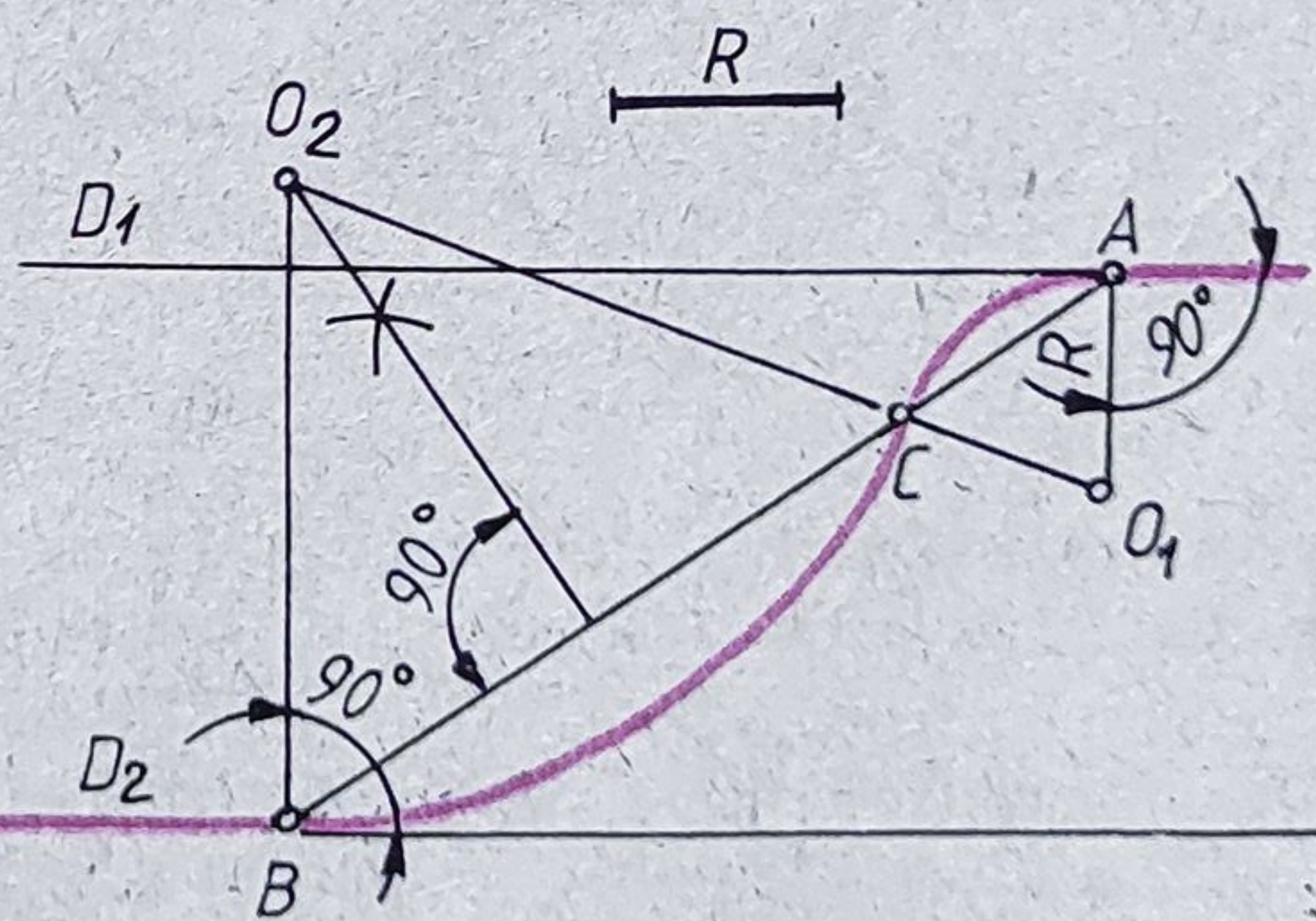


Fig. 3.2. Racordarea a două drepte paralele (se cunosc punctele de racordare și una din raze).

3.1. RACORDAREA A DOUĂ DREPTE

3.1.1. RACORDAREA A DOUĂ DREPTE CONCURENTE

Racordarea a două drepte concurente printr-un arc de rază dată R se construiește astfel (fig. 3.1) : se determină centrul de racordare O , situat la intersecția paralelelor d și d_1 la cele două drepte, trasate la o distanță de acestea egală cu raza R a arcului de racordare ; se determină punctele de racordare C și C_1 la intersecția perpendicularelor din punctul O pe dreptele date ; se trasează din punctul O arcul CC_1 .

3.1.2. RACORDAREA A DOUĂ DREPTE PARALELE

Racordarea a două drepte paralele cu arce de cerc înegale, când se cunosc punctele de racordare A , B și raza R a unui arc de racordare, se construiește conform figurii 3.2, în felul următor : se trasează segmentul AB . Pe perpendiculara din A la D_1 se măsoară distanța R și se obține punctul O_1 . Din O_1 se trasează arcul AC . Punctul O_2 , al doilea centru de racordare, se obține la intersecția perpendicularei din B pe dreapta D_2 cu prelungirea segmentului O_1C (O_2 se situează pe mediatoarea segmentului BC).

3.2. RACORDAREA UNEI DREPTE CU UN CERC

3.2.1. RACORDAREA UNEI DREPTE CU UN CERC PRINTR-UN ARC DE CERC DE RAZĂ DATĂ

Racordarea unei drepte cu un cerc printr-un arc de rază dată se execută conform figurii 3.3, în felul următor : se determină centrul de racordare O situat la intersecția paralelei d la dreapta D (trasată la distanța R de aceasta), cu arcul de cerc de rază $R_1 + R$. Punctul de racordare A se determină la intersecția cercului dat cu dreapta OO_1 , iar punctul de racordare B se determină la intersecția perpendicularei din O pe dreapta D . Din punctul O se trasează arcul AB .

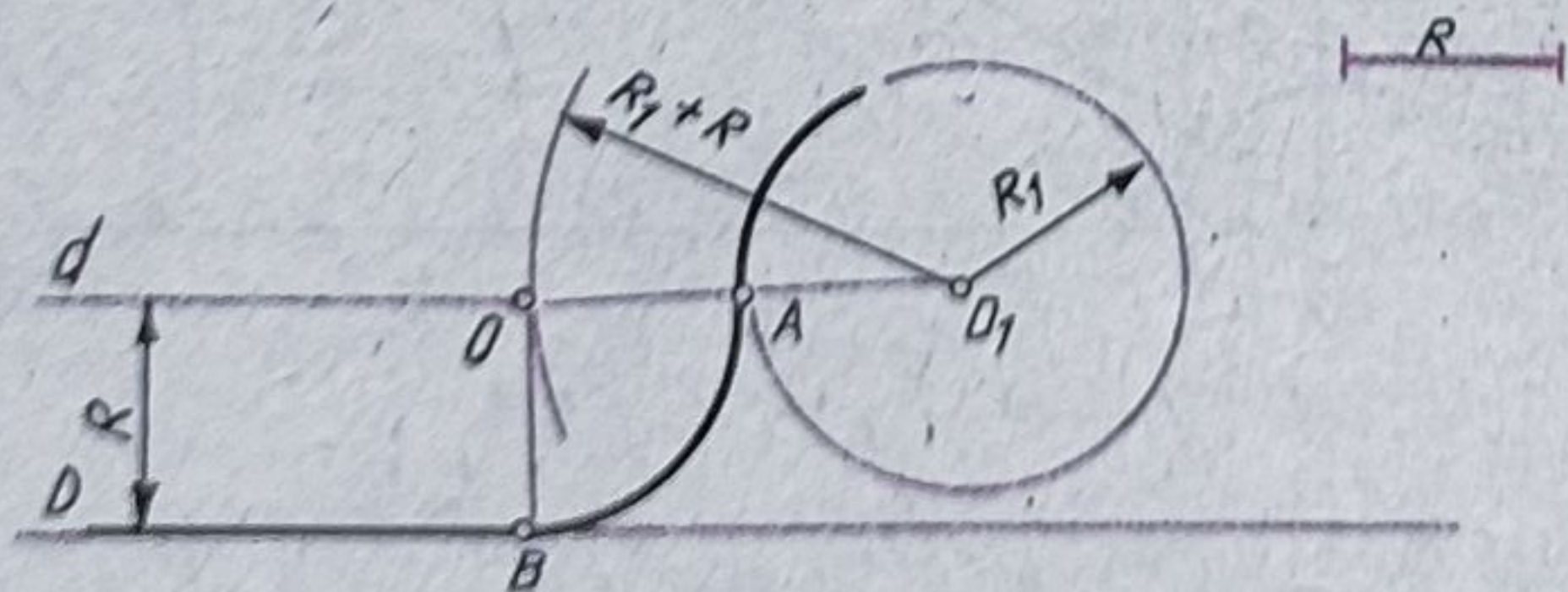


Fig. 3.3. Racordarea unei drepte cu un cerc.

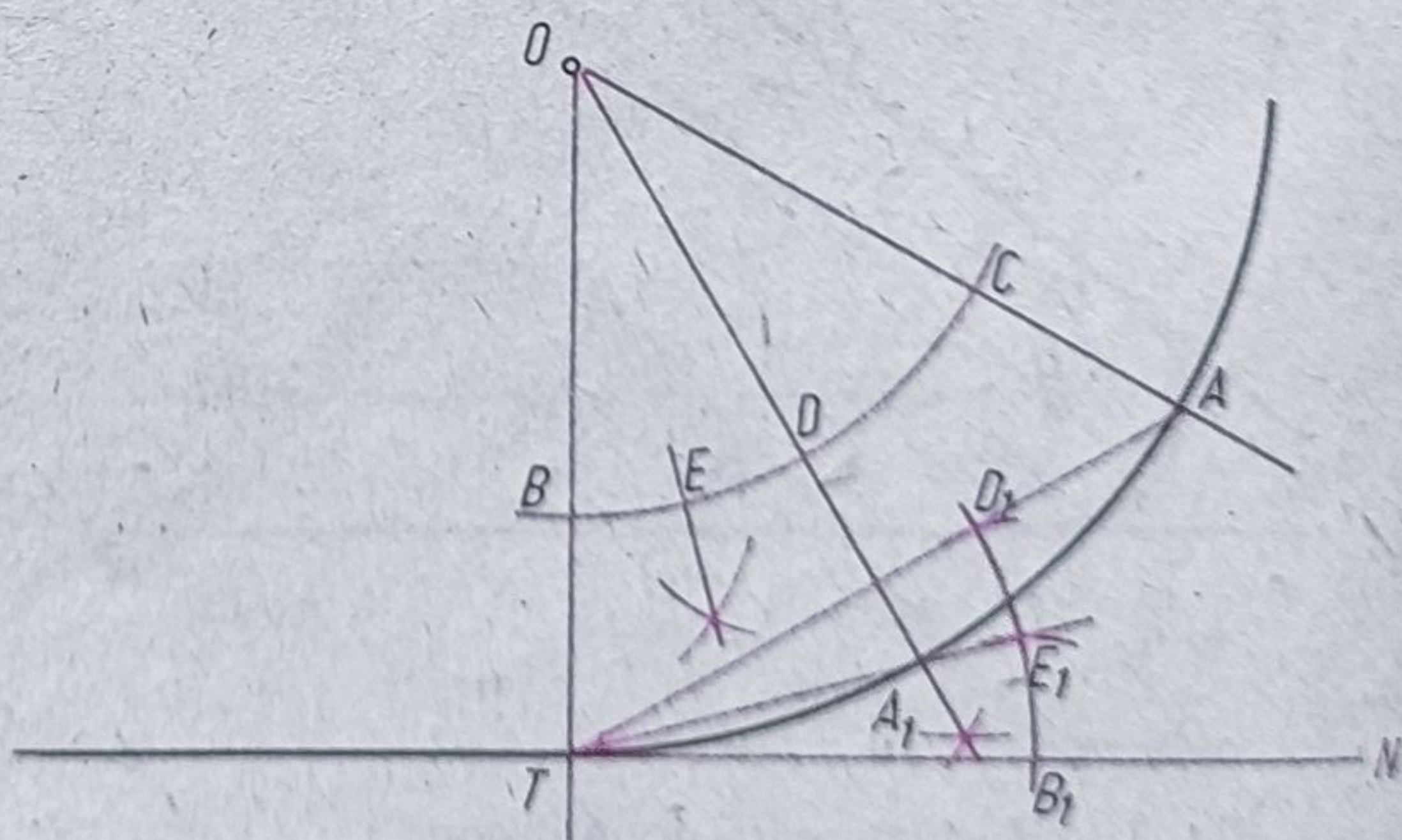


Fig. 3.4. Construcția punctelor pe curba de racordare.

3.2.2. CONSTRUIREA ALINIAMENTELOR CURBE

La trasarea în teren a unor obiecte de construcții (căi de comunicații, rețele de transport a fluidelor), arcele de racordare a unor aliniamente se construiesc prin determinarea poziției unor puncte de pe curbă, în raport cu unele elemente geometrice cunoscute ale aliniamentelor.

Un procedeu simplu de construire a unor puncte pe curba de recordare folosește principiul unghiului cu vârful pe cerc care subîntinde un arc de două ori mai mare decât valoarea sa (fig. 3.4). Fiind date centrul O și distanța OT , pentru construirea unui punct pe curbă, se procedează astfel: se trasează un unghi oarecare BOC' și se construiește bisectoarea OD ; se construiește un unghi B_1TD_1 , cu vârful în T , asemenea unghiului BOD . Punctul A se determină la intersecția prelungirilor segmentelor OC și TD_1 .

3.3. RACORDAREA A DOUĂ CERCURI

Racordarea a două cercuri printr-un arc de cerc de rază dată R se construiește în felul următor (fig. 3.5): se determină centrul de racordare O , la intersecția arcelor de rază $R_2 + R$ (trasat din O_1) și $R_1 + R$ (trasat din O_2). Se determină punctele de racordare A și B situate pe cele două cercuri, la intersecția acestora cu dreptele OO_1 și OO_2 , ce unesc centrele lor cu punctul de racordare, și se trasează din punctul O arcul AB .

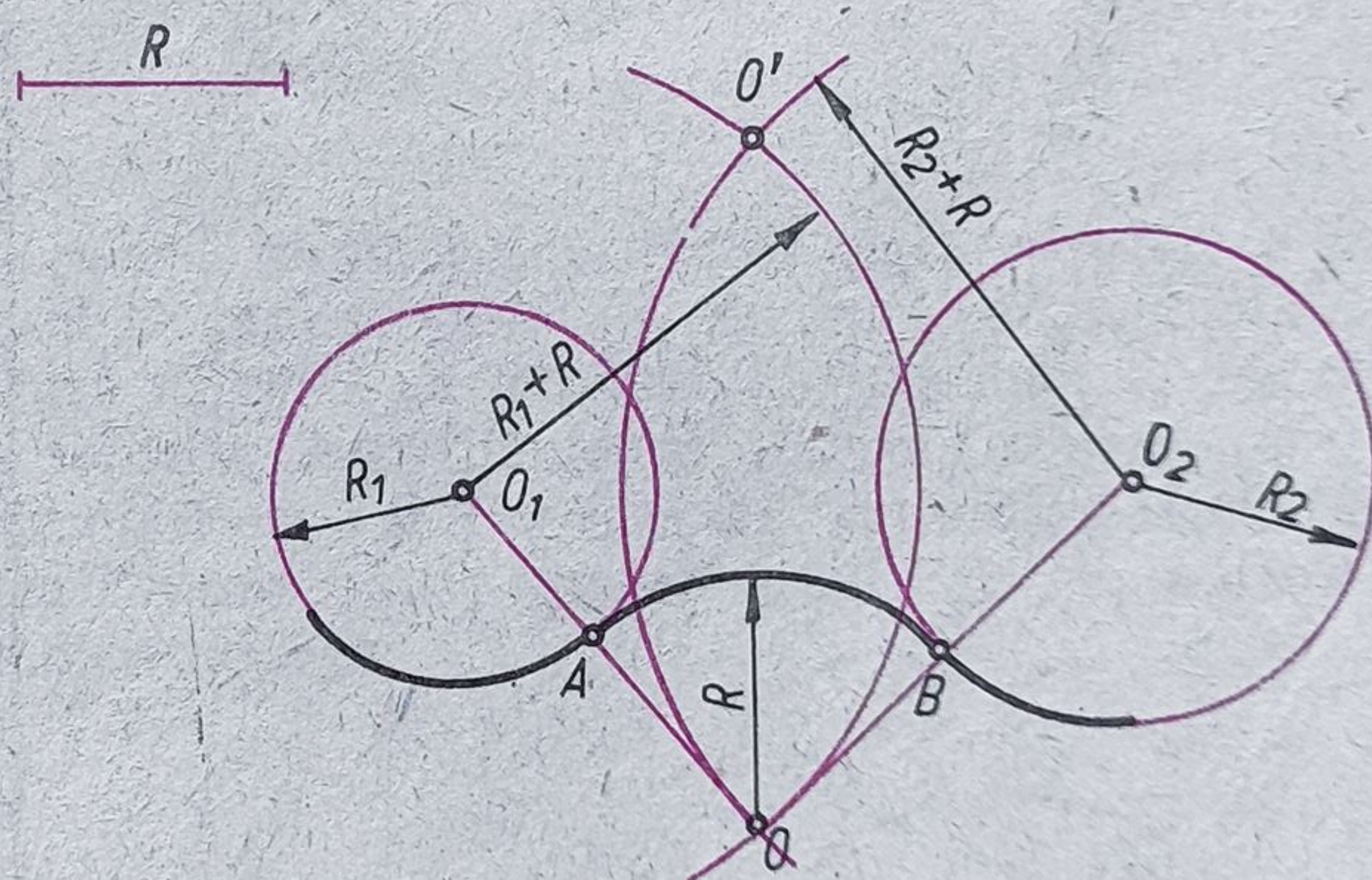


Fig. 3.5. Racordarea a două cercuri.

Aplicații

1. Să se construiască grafic la scara 1 : 500 traseul unui drum, fiind date următoarele: lățimea părții carosabile de 6,00 m; tronsonul AB de 30,00 m; raza R a curbei BC a drumului de 25,00 m; tangenta BD la intrarea în curbă de 20,00 m (fig. 3.6).
2. Se dau trei drepte oarecare, care se intersectează două câte două (fig. 3.7); să se traseze o curbă din arce de cerc, tangentă la aceste drepte (punctul P se alege arbitrar, $BP = BT_1$; $PC = CT_2$).
3. Să se traseze grafic la scara 1 : 20 treptele unei scări, cunoscându-se lățimea treptei de 30 cm, lungimea treptei de 90 cm, lățimea casei, scării de 2,50 m (fig. 3.8).

Indicație: linia pasului se construiește astfel: se determină punctul e , mijlocul segmentului ih ; se trasează arcul ef cu centrul în O ; se trasează arcele de și gf , cu centrele în b și a . Pe linia pasului se marchează treptele, de lățime stabilită. Pentru trasarea treptelor între punctele d și g de pe segmentul ab , diviziunile de pe linia pasului se unesc cu punctele a , O , b .

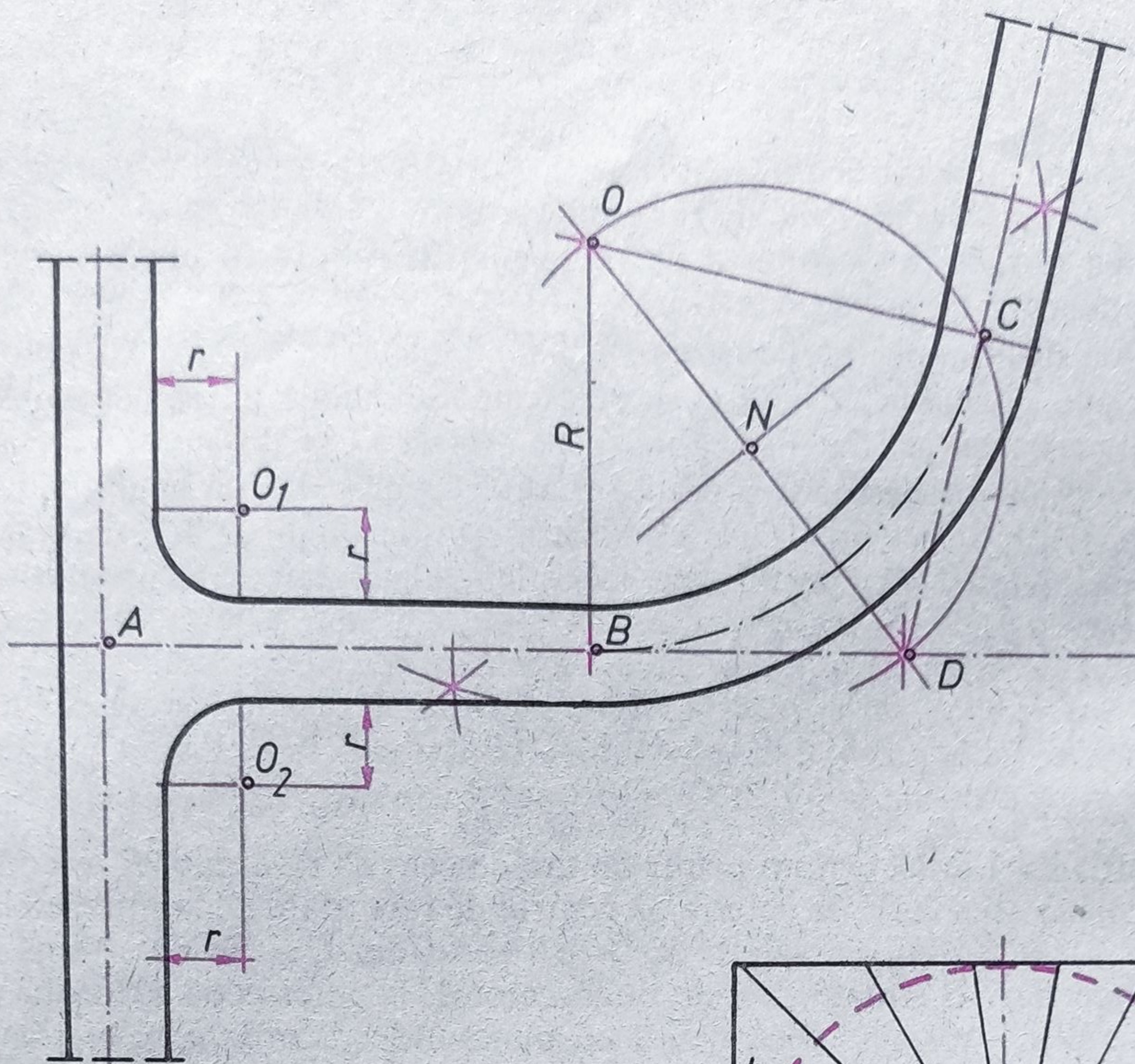


Fig. 3.6. Traseul unui drum.

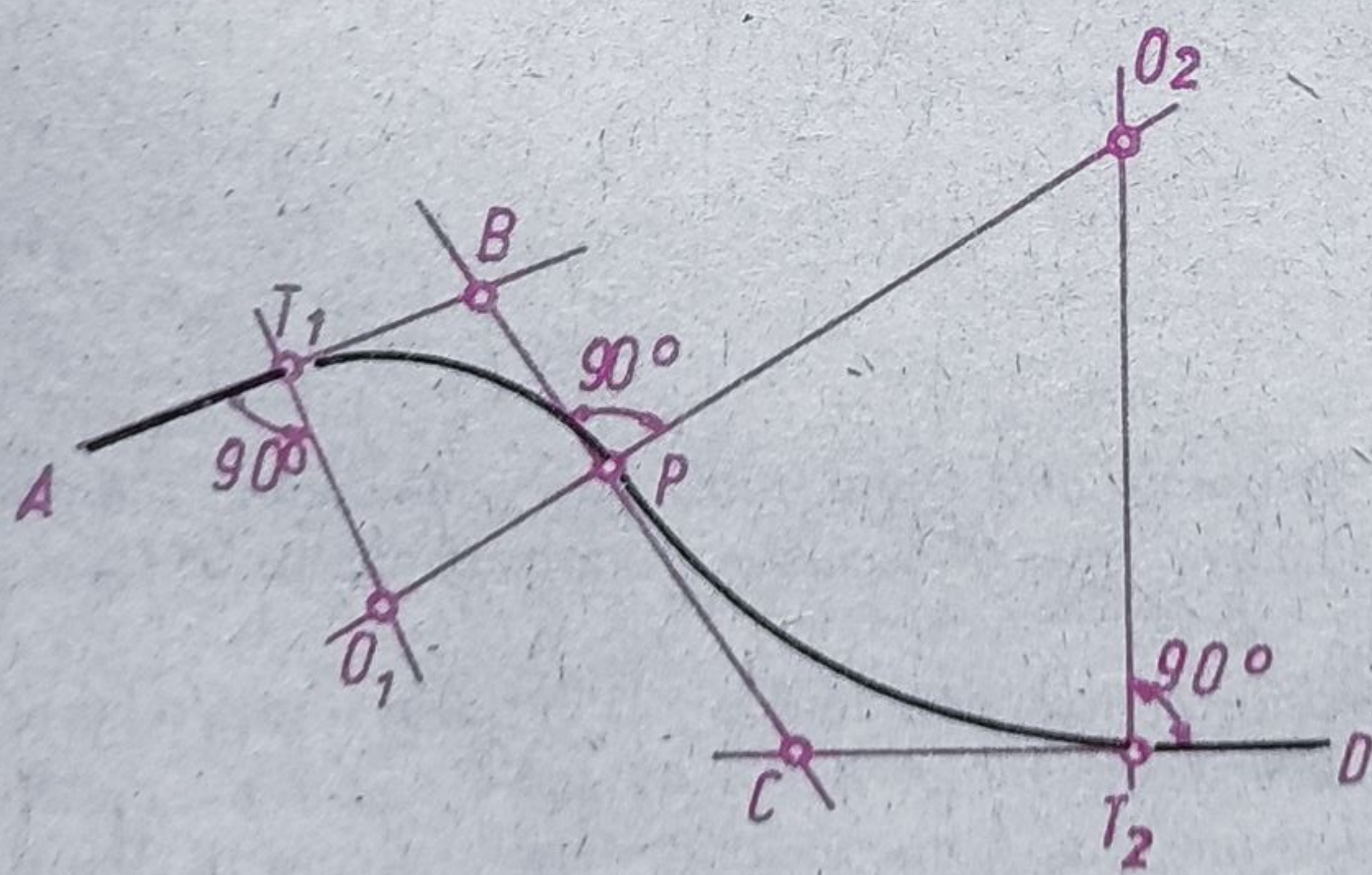


Fig. 3.7. Racordarea a trei drepte concurente două câte două.

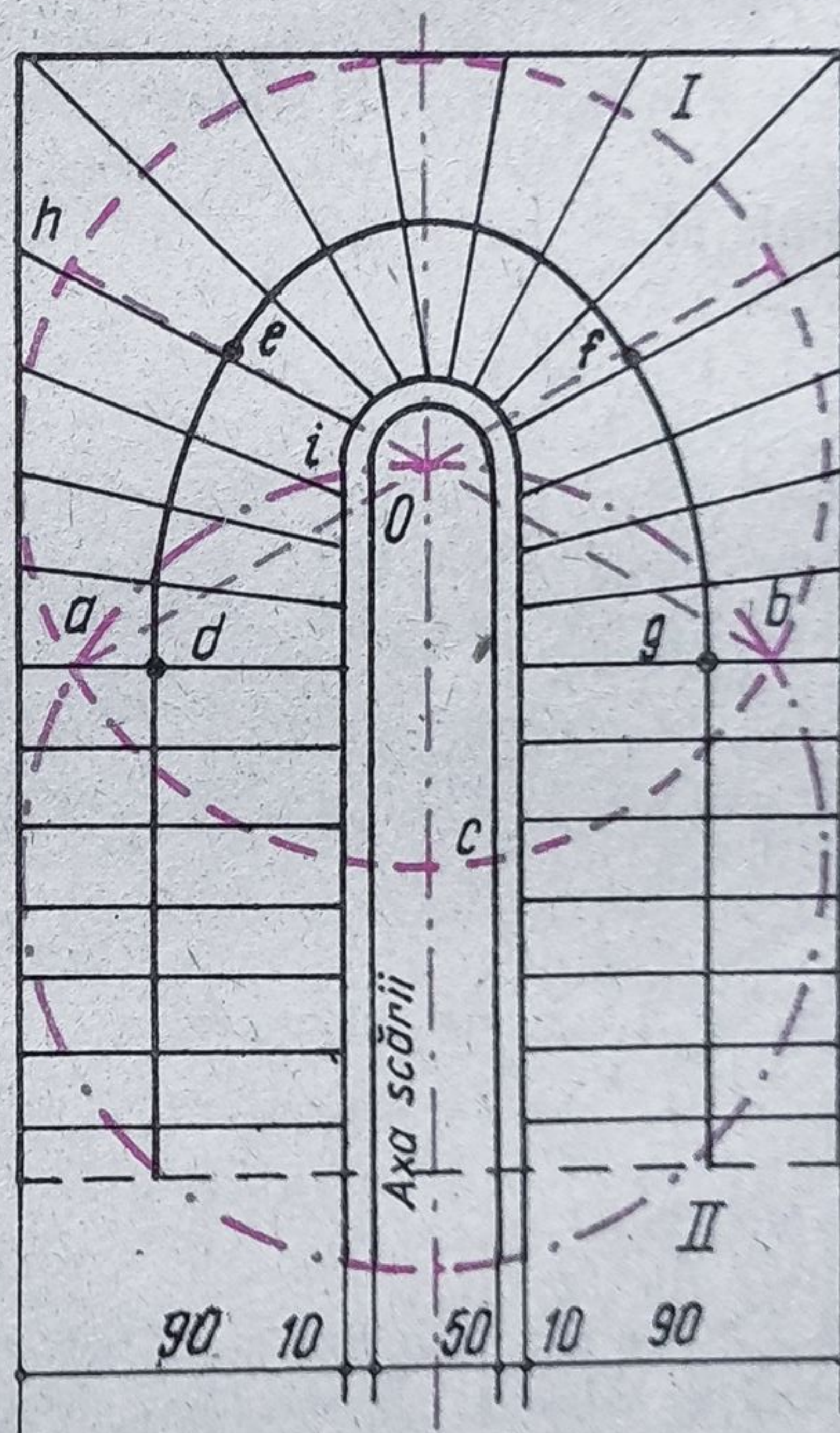


Fig. 3.8. Balansarea treptelor unei scări.

CAPITOLUL 4

CURBE PLANE ȘI ÎN SPAȚIU

Conturul în secțiune al unor elemente de construcții și instalații (arce, bolți, profile decorative, stâlpi, ziduri, conducte etc.) poate avea diferite forme în plan : ovoid, oval (curbe construite prin arce de cerc care se racordează) sau poate fi asemănător secțiunilor plane printr-un con.

Forma unor elemente de construcții și instalații (rampe de scări, plane înclinate, piese de instalații) poate fi asemănătoare liniilor curbe care se desfășoară în spațiu (linii elicoidale).

Pentru realizarea desenelor tehnice cu astfel de elemente geometrice, trebuie să se cunoască modul de construcție grafică a diferitelor tipuri de curbe plane și în spațiu.

4.1. CURBE PLANE FORMATE DIN ARCE DE CERC

4.1.1. OVOIDUL

Ovoidul este o curbă plană închisă formată din arce de cerc racordate și simetrice față de axa mare. În cazul în care se cunoaște axa mică AB , ovoidul se construiește astfel (fig. 4.1) : cu rază R , egală cu jumătate din axa mică se descrie un cerc cu centrul în punctul O . Apoi se trasează diametrul AB , axa CD perpendiculară pe AB și dreptele AD , BD . Din punctele A și B cu raza AB , se trasează arcele BE și AF . Apoi din punctul D , cu raza DF sau DE , se trasează arcul FE , care se racordează în punctele F și E , formând ovoidul.

4.1.2. OVALUL

Ovalul este o curbă plană închisă, formată din patru arce de cerc racordate, simetrică, în raport cu două axe perpendiculare. Forma ovalului fiind asemănătoare cu forma elipsei, dar mai ușor de trasat, o înlocuiește adesea. Astfel, în construcția bolților, semielipsa este înlocuită printr-un semioval, care se numește „mâner de coș” sau „mâner de paner”.

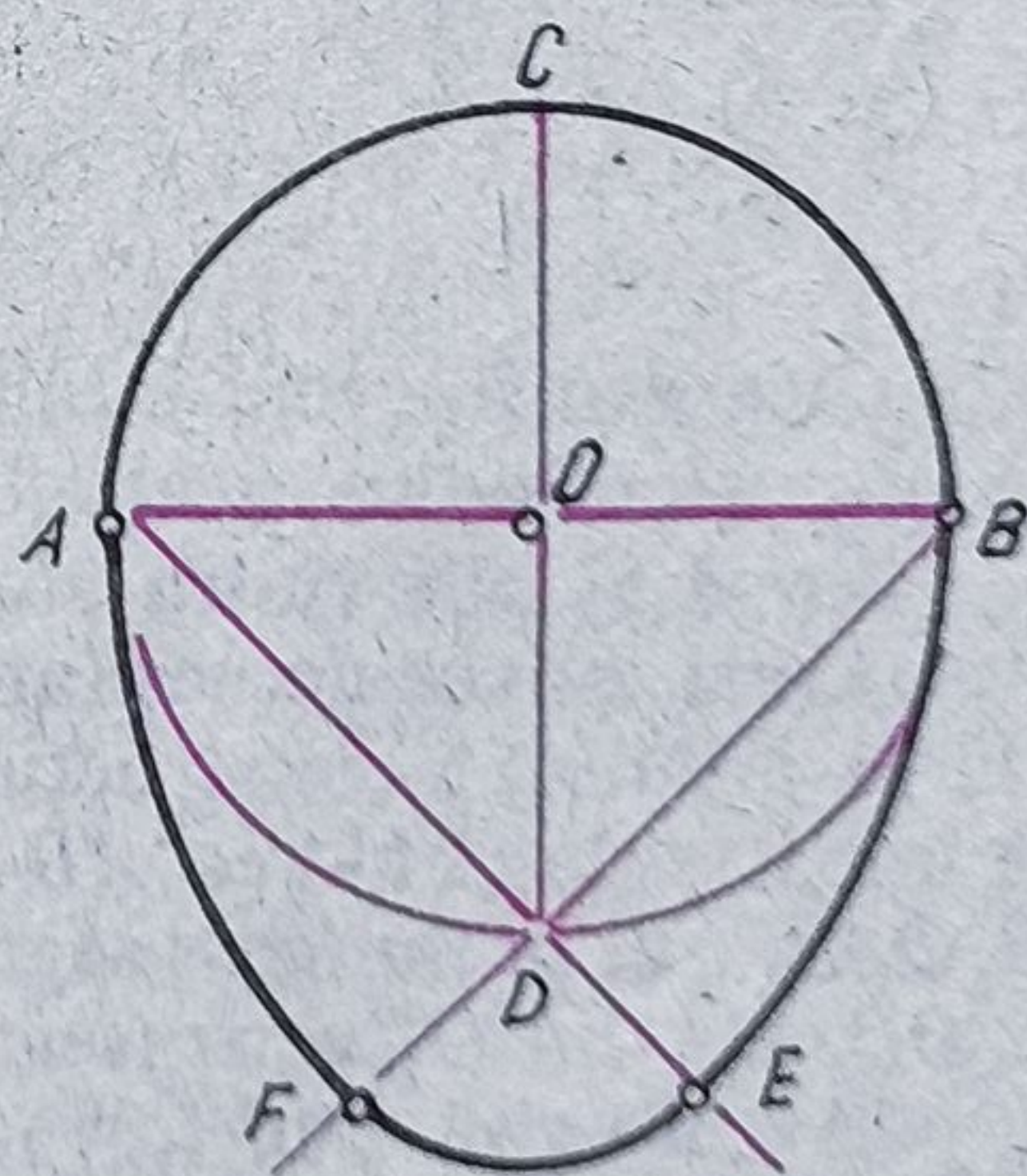


Fig. 4.1. Construcția ovoidului.

Construcția ovalului când se cunoaște axa mare se realizează astfel (fig. 4.2) : se împarte axa mare AB în patru părți egale (AO_1 , O_1O , OO_2 și O_2B). Din punctele O_1 și O_2 , cu raza O_1A , se trasează două cercuri tangente exterioare în punctul O . Cu aceeași rază O_1A , din punctul A , se intersectează cercul O_1 în punctele de racordare C și D , iar din punctul B , se intersectează cercul O_2 , în punctele de racordare F și E . Unind centrul O_1 cu punctele de racordare C și D și centrul O_2 cu punctele de racordare F și E , se obțin centrele de racordare O_3 și O_4 . Arcele CF , DE , trasate din O_3 , O_4 , și CD , FE , trasate din O_1 , O_2 , alcătuiesc conturul ovalului.

Construcția ovalului când se cunosc ambele axe AB (axa mare) și CD (axa mică) se realizează aplicându-se procedeul din figura 4.3 : din punctul O cu raza OA se trasează un arc de cerc care intersectează prelungirea axei mici CD în punctul E ; cu raza CE se trasează din punctul C un arc de cerc, care intersectează segmentul AC în punctul F ; mediatoarea segmentului AF intersectează axa mare AB în punctul O_1 și axa mică CD , în punctul O_3 ; se construiesc simetricele O_2 și O_4 ale punctelor O_1 și O_3 în raport cu punctul O . Prelungind segmentele O_1O_4 ; O_1O_3 ; O_2O_4 ; O_2O_3 , se obțin pe arcele trasate din O_1 și O_2 cu raza O_1A punctele de racordare C_1 , C'_1 , C_2 , C'_2 ; din O_3 și O_4 se trasează arcele C_1C_2 și $C'_1C'_2$.

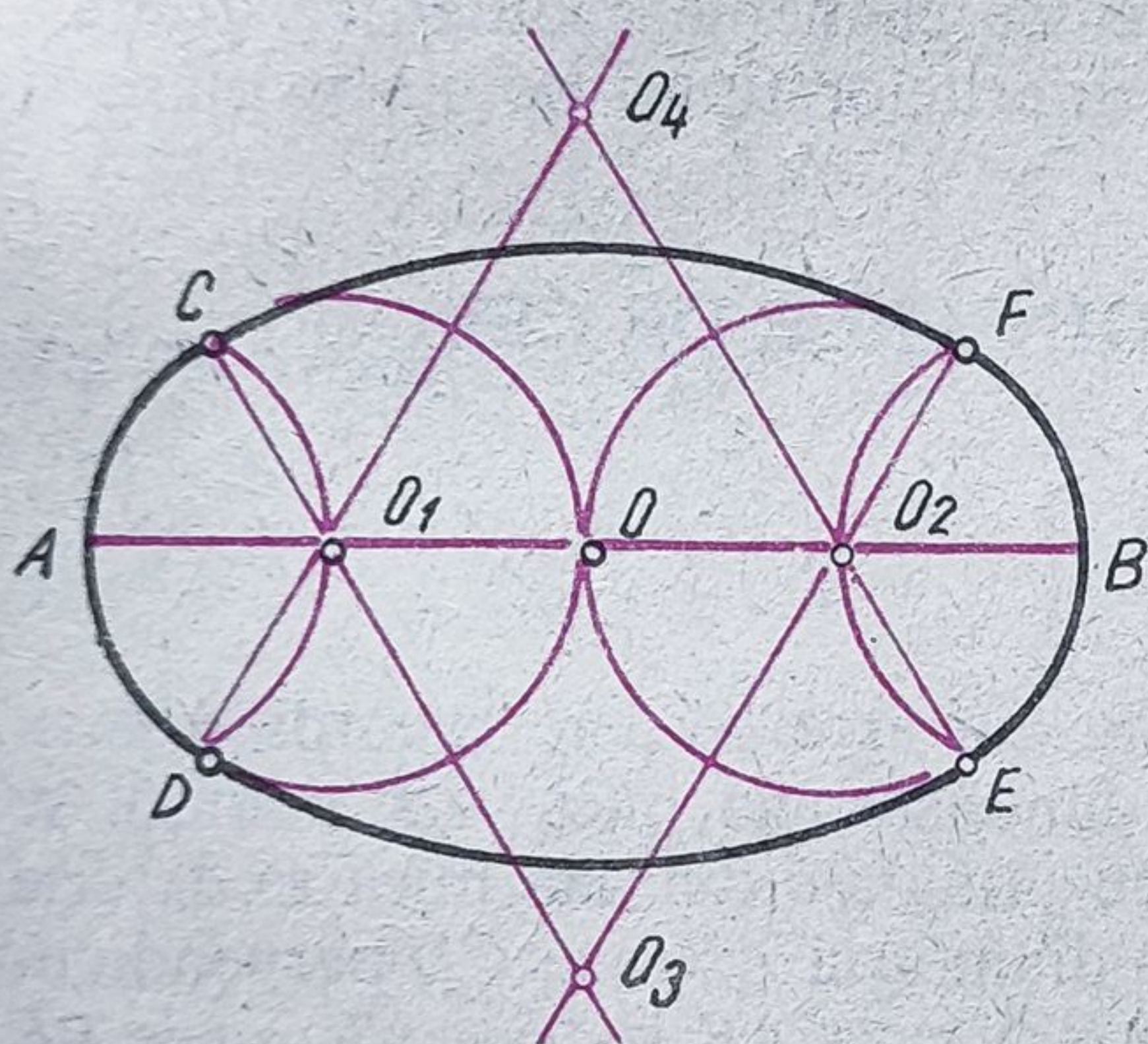


Fig. 4.2. Construcția ovalului.

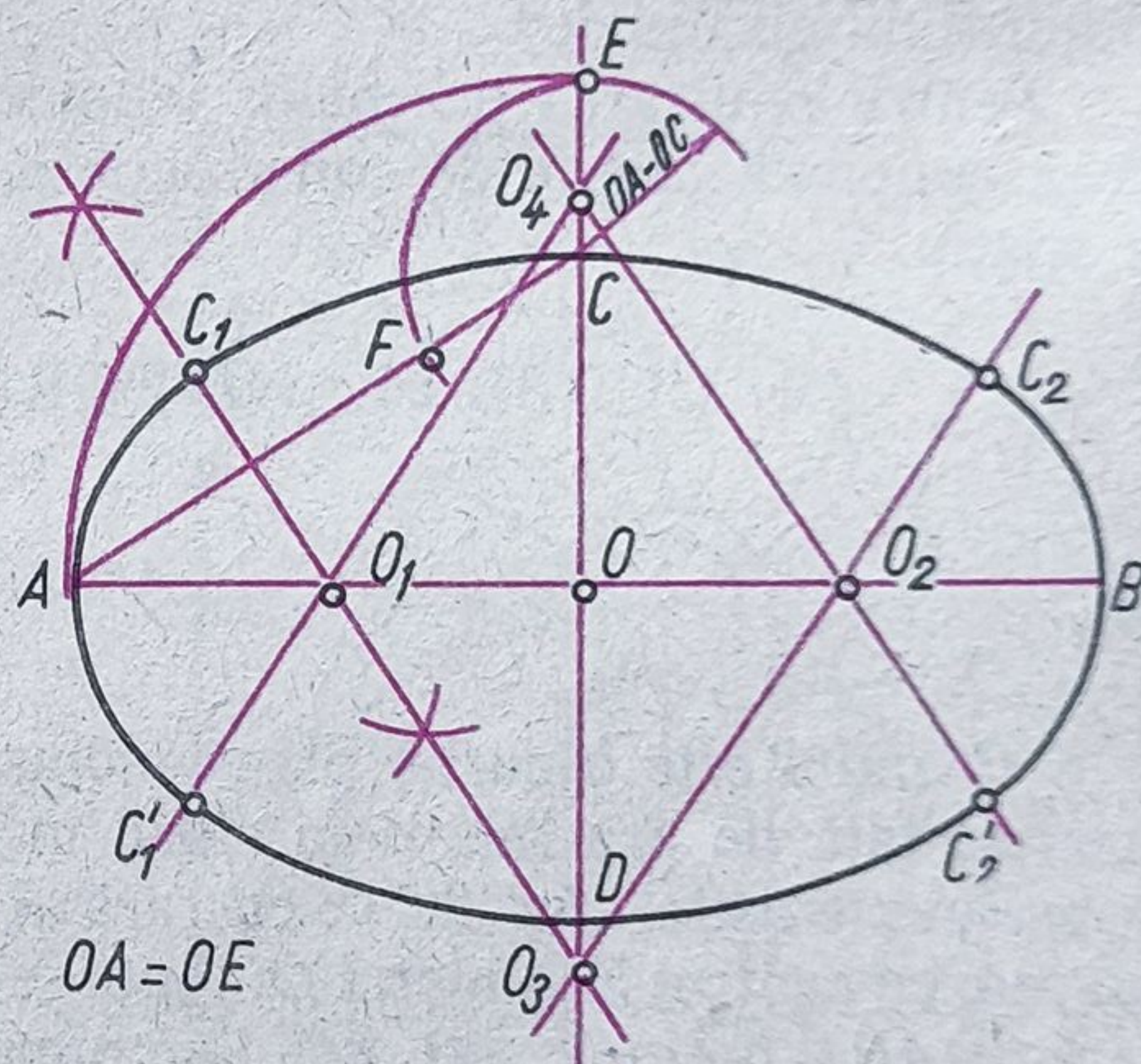


Fig. 4.3. Construcția ovalului.

4.1.3. CONSTRUCȚIA ARCELOR DE BOLTĂ

Cele mai frecvent întâlnite arce de boltă sunt : arcul în plin cintru, arcul mâner de coș, arcul-ogivă și arcul rampant.

Arcul în plin cintru are forma simplă a unui semicerc (fig. 4.4).

Arcul mâner de coș (arcul eliptic) este o jumătate de oval (axa mare este deschiderea arcului) ; construcția lui este asemănătoare cu aceea a ovalului (fig. 4.5) : se împarte deschiderea AB în trei părți egale ; se construiește triunghiul echilateral $O_1O_2O_3$; se prelungesc segmentele O_3O_1 și O_3O_2 ; din O_1 și O_2 se trasează arcele AC și BD , iar din O_3 se trasează arcul CD .

Arcul-ogivă este format din două ogive (arce) de rază egală ; raza ogivelor poate fi : egală cu deschiderea arcului — *ogivă echilaterală* (fig. 4.6) ; mai mică decât deschiderea arcului (mai mare însă decât jumătatea deschiderii) ; mai mare decât deschiderea arcului — *ogivă ascuțită*.

— se trasează bisectoarele unghiurilor ADE și DEC ; bisectoarea unghiului ADE intersectează horizontala AC în punctul O_1 ;

- din punctul O_1 se duce o perpendiculară pe DE , obținându-se punctul F ;
perpendiculara O_1F întâlnește bisectoarea unghiului DEC în punctul O_2 ;

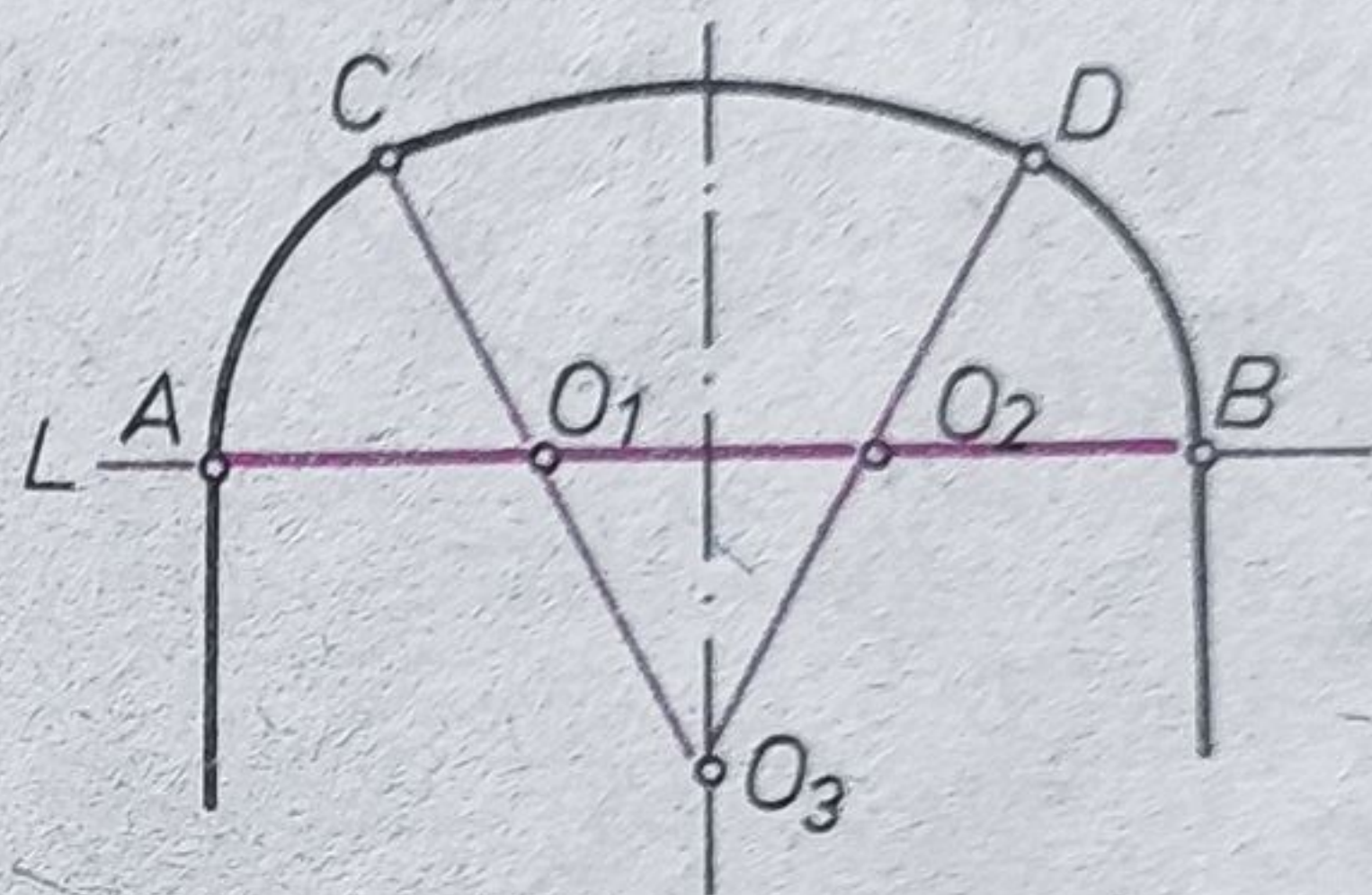


Fig. 4.5. Arcul mâner de coș.

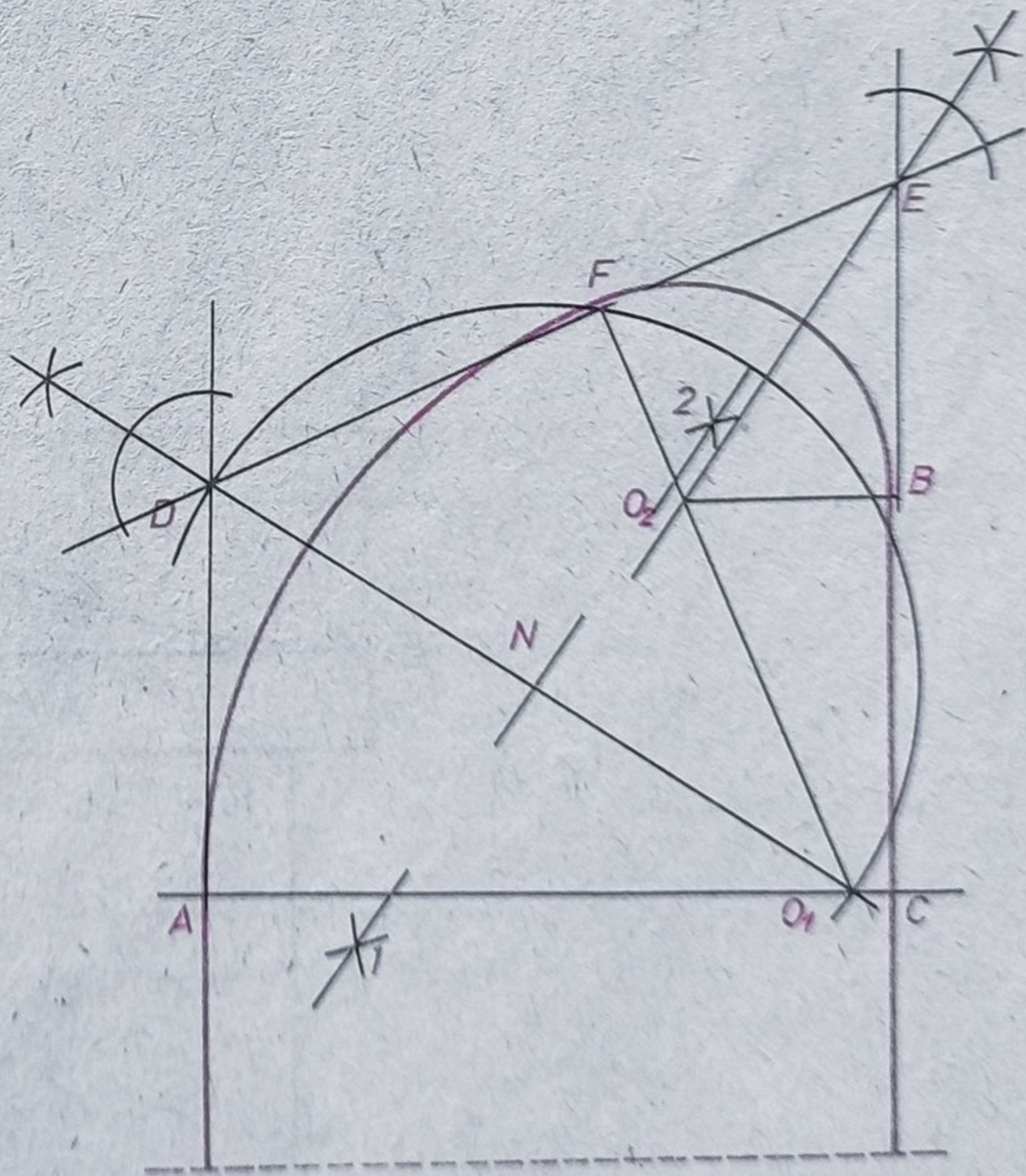


Fig. 4.7. Arcul rampant.

4.1.4. CONSTRUCȚIA PROFILURILOR MULURILOR

Mulurile sunt elemente ornamentale folosite în decorarea clădirilor, a mobilei, precum și a diferitelor produse industriale. Profilul mulurilor (conturul unei secțiuni perpendiculare pe generatoare) este alcătuit din arce de cerc simple — sfert de cerc, cavet, tor (fig. 4.8) sau din arce de cerc racordate între ele — scoția, dusina, talonul.

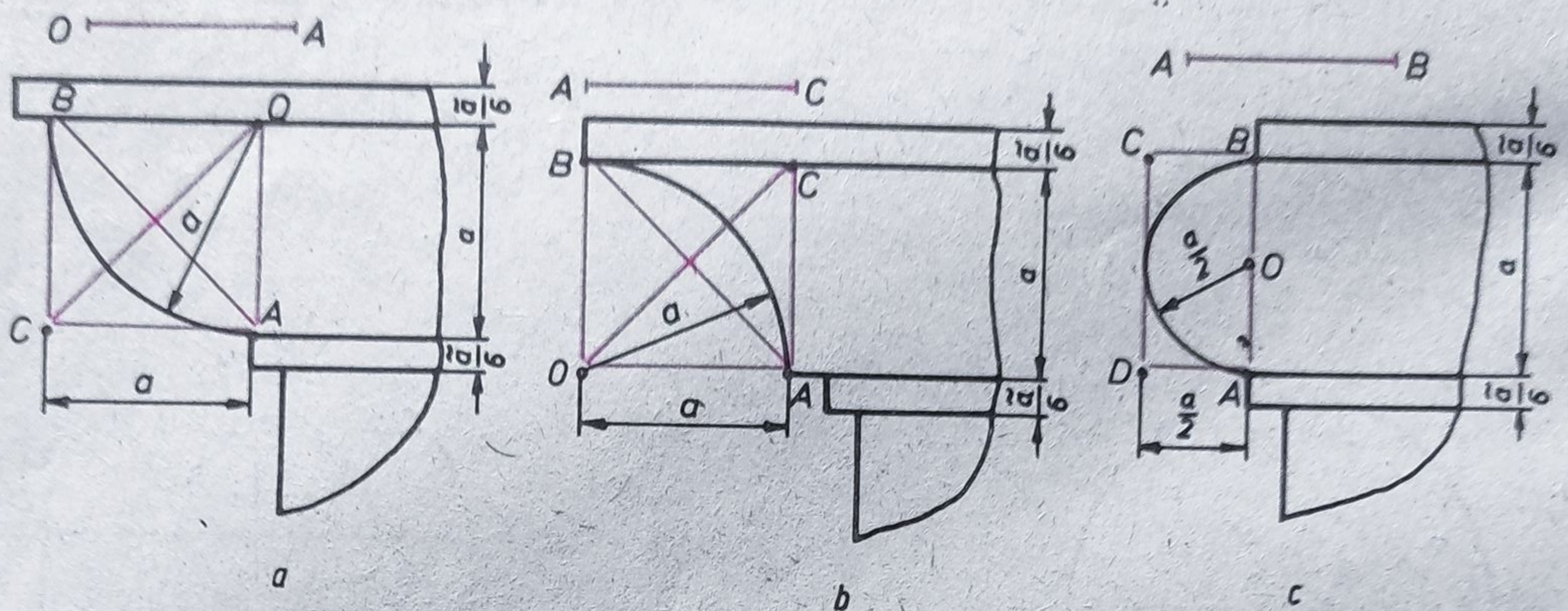


Fig. 4.8. Muluri :

a — sfert de cerc ; b — cavet ; c — tor.

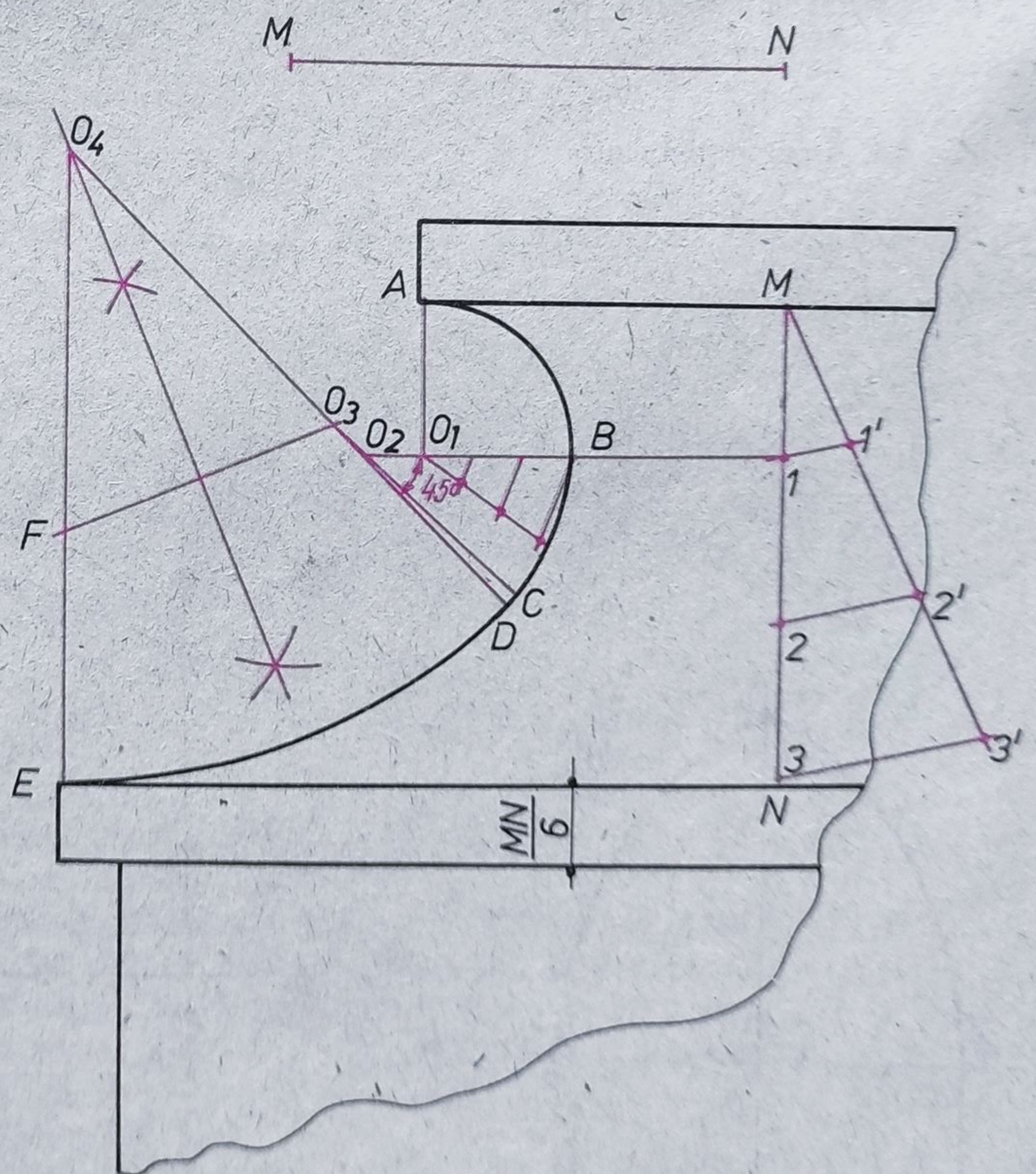


Fig. 4.9. Construcția scoției cu trei centre.

Scotia (fig. 4.9) se construiește în felul următor : se împarte distanța MN în trei părți egale ; prin punctul I se trasează o perpendiculară pe segmentul MN , care intersectează paralela prin punctul A la segmentul MN în punctul O_1 . Cu raza O_1A și centrul O_1 se descrie arcul AB ; se împarte segmentul O_1B în trei părți egale și se prelungește cu $1/3$, până în punctul O_2 ; din punctul O_2 se trasează o semidreaptă la 45° față de segmentul O_2B . Cu raza O_2B și centrul O_2 se descrie arcul BC ; se prelungește segmentul CO_2 și, la distanța $O_2O_3 = O_2O_1$, se stabilește centrul O_3 . Pe paralela din E la MN se marchează segmentul $EF = O_3C$; se unește punctul O_3 cu punctul F ; mediatoarea segmentului FO_3 intersectează prelungirea segmentului EF în punctul O_4 ; se unește O_4 cu O_3 și se prelungește în jos. Cu raza O_3C și centrul O_3 se trasează arcul CD . Cu raza O_4D și centrul O_4 se trasează arcul DE .

Dusina este o curbă compusă prin racordarea a două arce cu flexiune inversă. Se poate construi cu arce egale (în pătrat, fig. 4.10 ; în cerc, fig. 4.11) sau cu arce inegale (fig. 4.12).

Talonul este un profil cu flexiunile arcelor inverse dusinei.

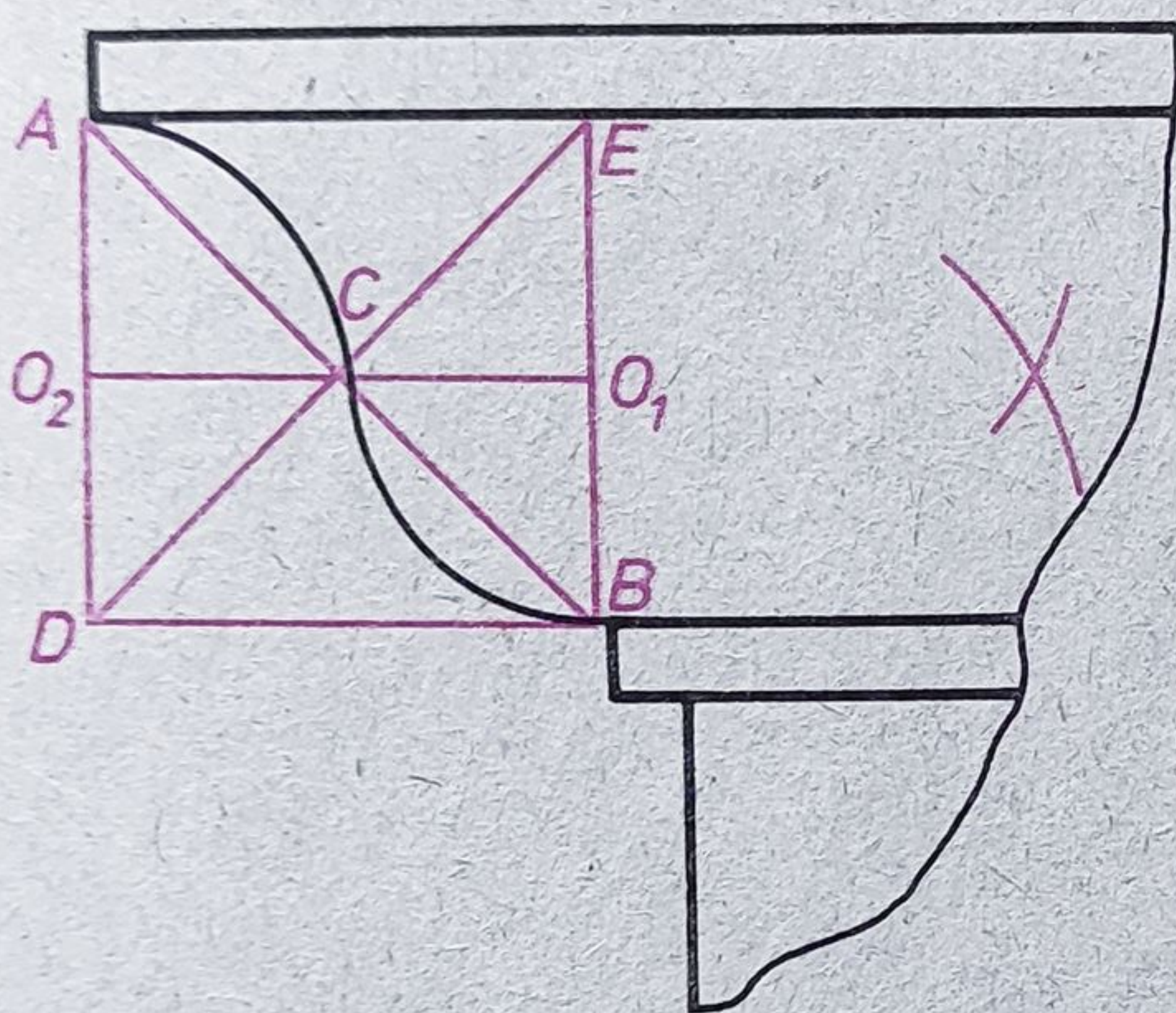


Fig. 4.10. Construcția dusinei cu arce egale, în pătrat.

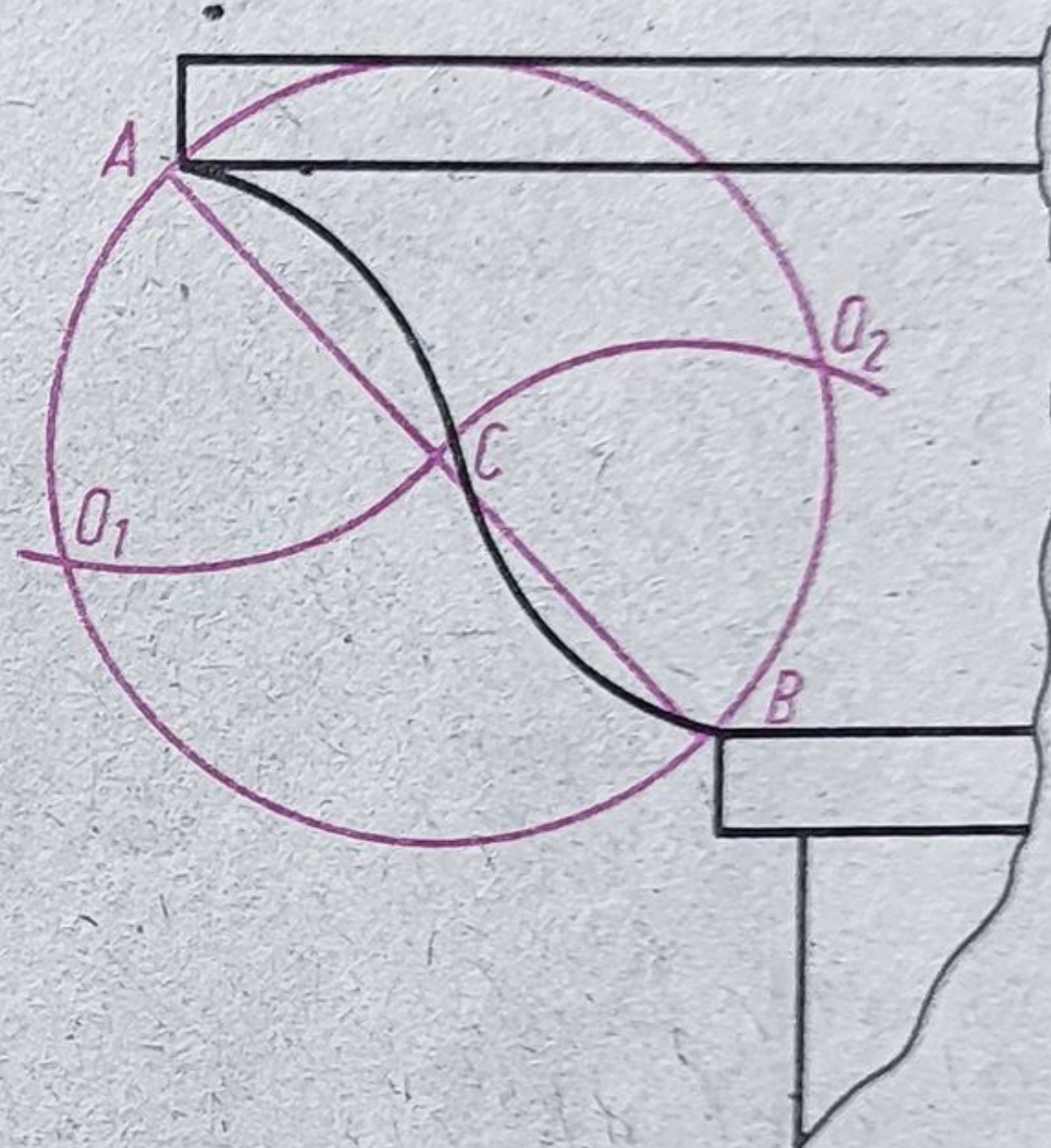


Fig. 4.11. Construcția dusinei cu arce egale, în cerc.

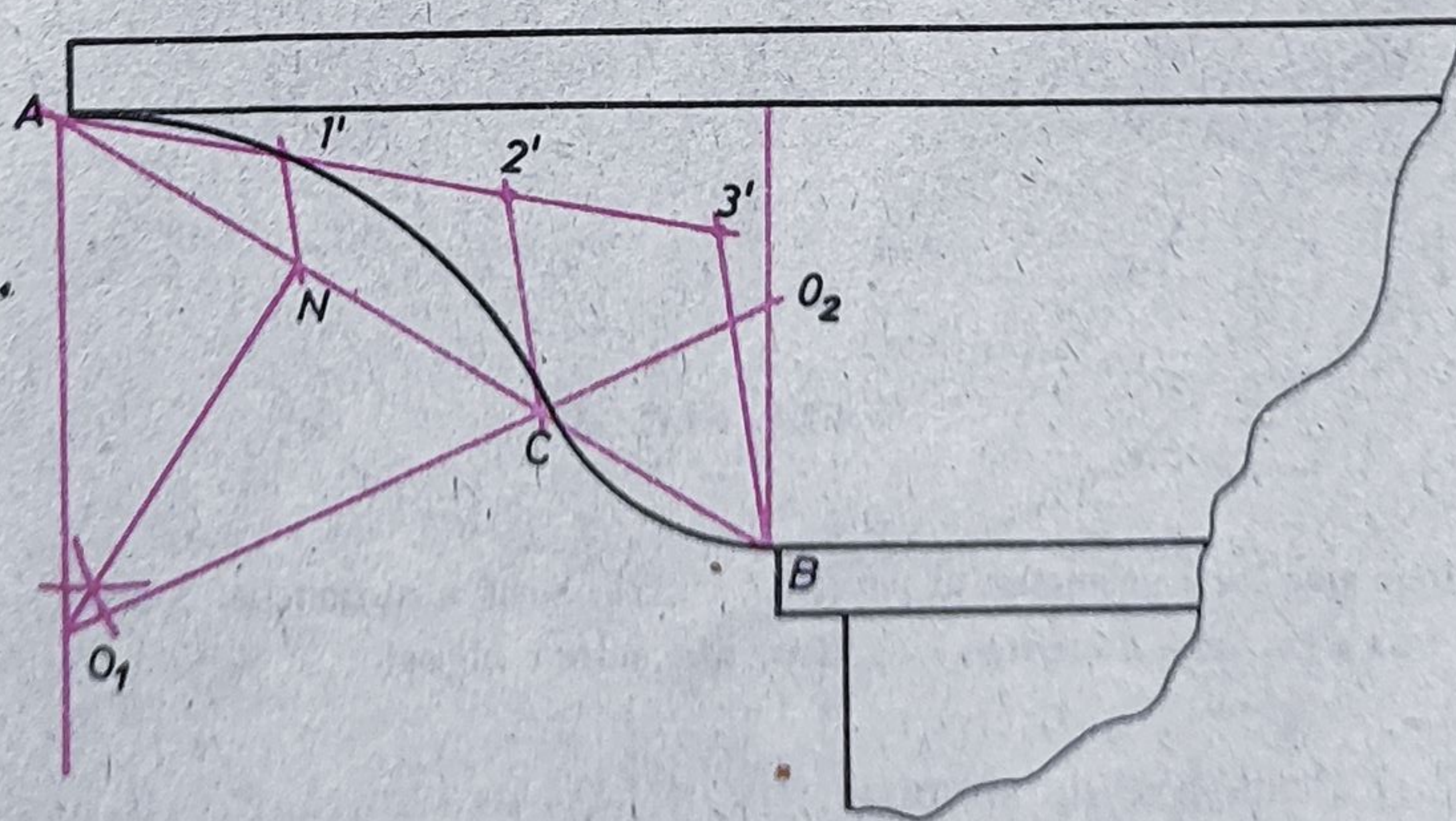


Fig. 4.12. Construcția dusinei cu arce inegale.

4.2. CURBE PLANE FORMATE PRIN SECȚIONĂRI CONICE

Curbele conice se obțin prin secționarea unui con de revoluție cu diferite plane.

O dreaptă D (fig. 4.13), care, trecând printr-un punct fix V de pe o axă Z , se rotește de-a lungul unui cerc director cu suprafața perpendiculară pe axa Z , generează două suprafețe de rotație conice, având un vârf comun — punctul V — și o axă de simetrie comună — axa Z . Secționând una din cele două suprafețe conice cu un plan P se obține :

- un cerc, când planul de secționare P este perpendicular pe axa Z (planele P , P_1 , P_1') ;
- o elipsă, dacă planul de secționare P face un unghi oarecare β cu axa Z (planul P_2) ;
- o parabolă dacă planul de secționare P este paralel cu generatoarea — dreapta D (planul P_3).

Secționându-se ambele suprafețe conice cu un plan de secționare paralel cu axa Z , se obține hiperbola (planul P_4).

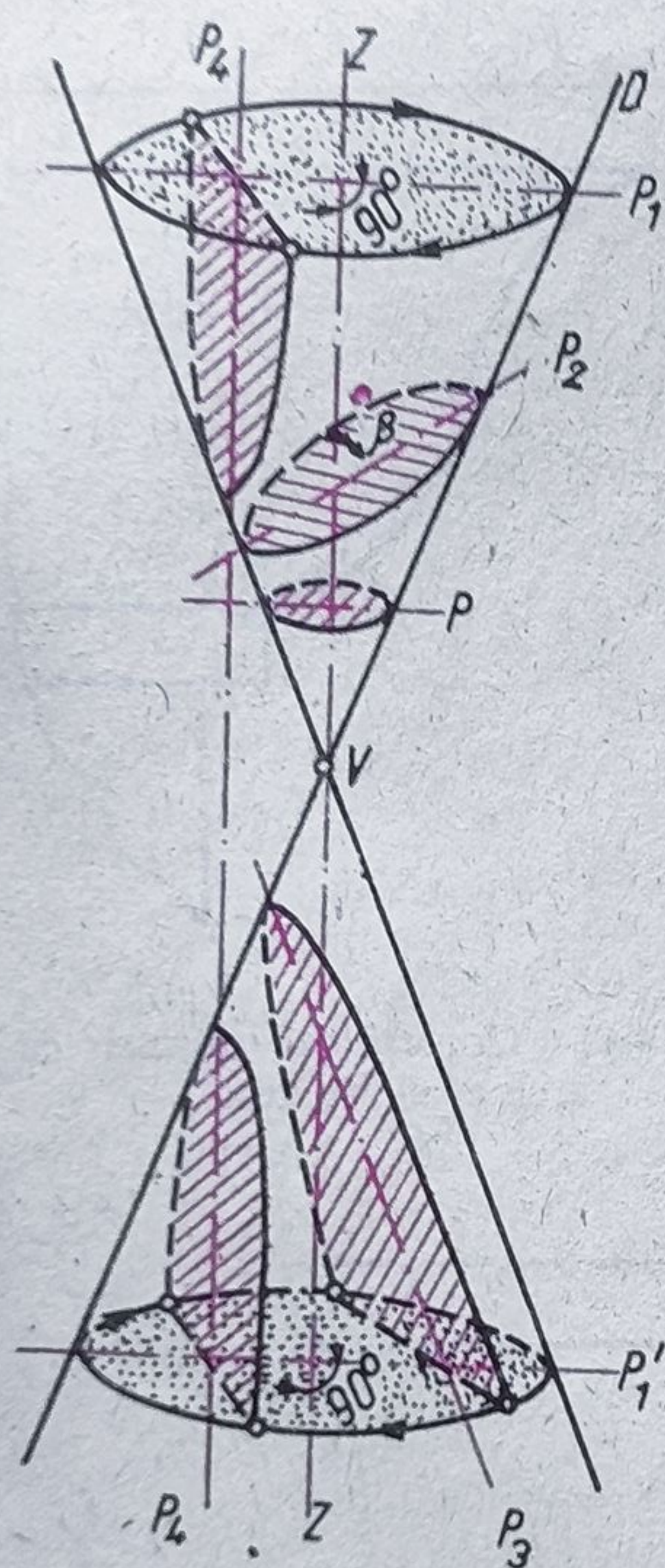


Fig. 4.13. Secțiuni conice.

4.2.1. ELIPSA

Elipsa este locul geometric al punctelor a căror sumă a distanțelor la două puncte fixe, numite focare, este o constantă egală cu axa mare a elipsei.

Elipsa are două axe de simetrie (fig. 4.14) : axa mică BB' și axa mare AA' , pe care se găsesc focarele F și F' . Punctul de intersecție O al axelor este centrul de simetrie al elipsei, iar extremitățile A , A' și B , B' sunt vârfurile elipsei.

Focarele elipsei se determină intersectând axa mare cu un arc de cerc de rază OA (semi-axa mare) trasat din vârful B (fig. 4.14, *a*). Punctele intermediare de pe elipsă se construiesc astfel : se stabilește un punct I , pe semi-axa OA ; cu centrul în F și F' și raza AI , se trasează două arce de cerc ; cu centrul în F, F' și raza $A'I$ se trasează alte două arce de cerc, care, intersectându-se cu arcele de rază AI , determină punctele de intersecție C_1, D_1, E_1, G_1 , puncte situate pe elipsă.

Tangenta T la elipsă într-un punct G (fig. 4.14, *b*) se construiește ducând perpendiculara la bisectoarea unghiului FGF' , care este și normala N la elipsă în punctul G .

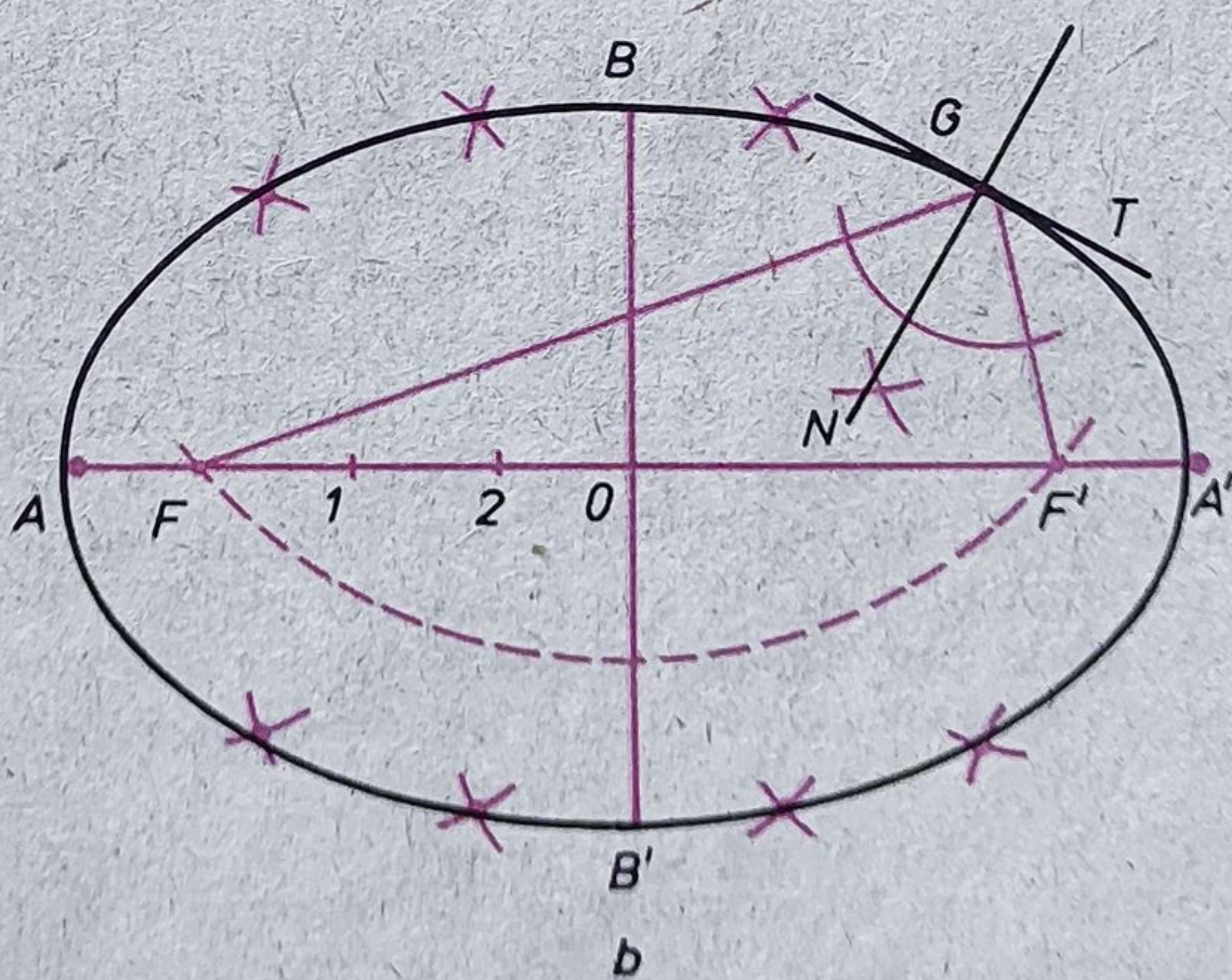
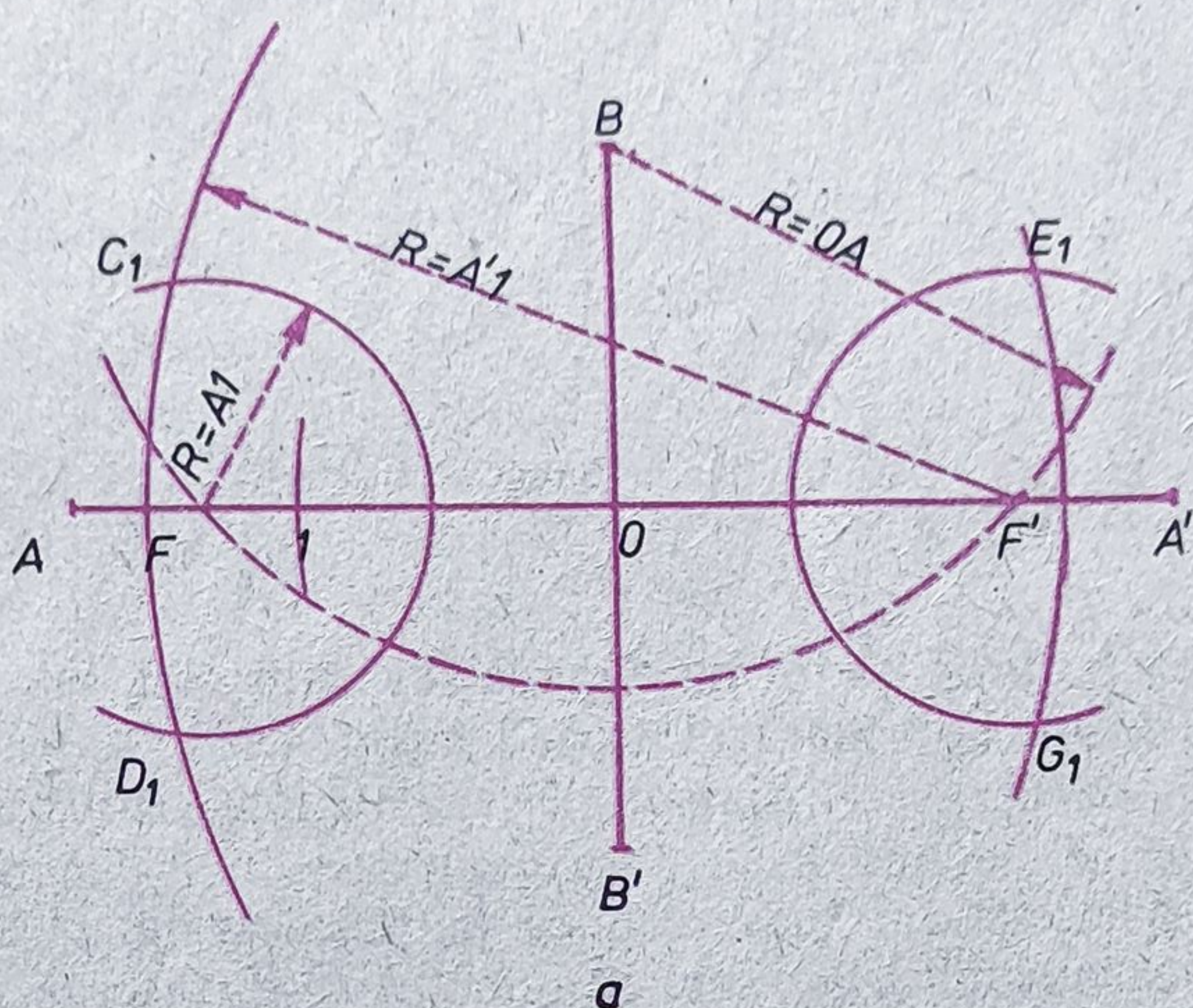


Fig. 4.14. Construcția elipsei ;

a — construcția unor puncte de elipsă ; *b* — construcția tangentei și a normalei într-un punct pe elipsă.

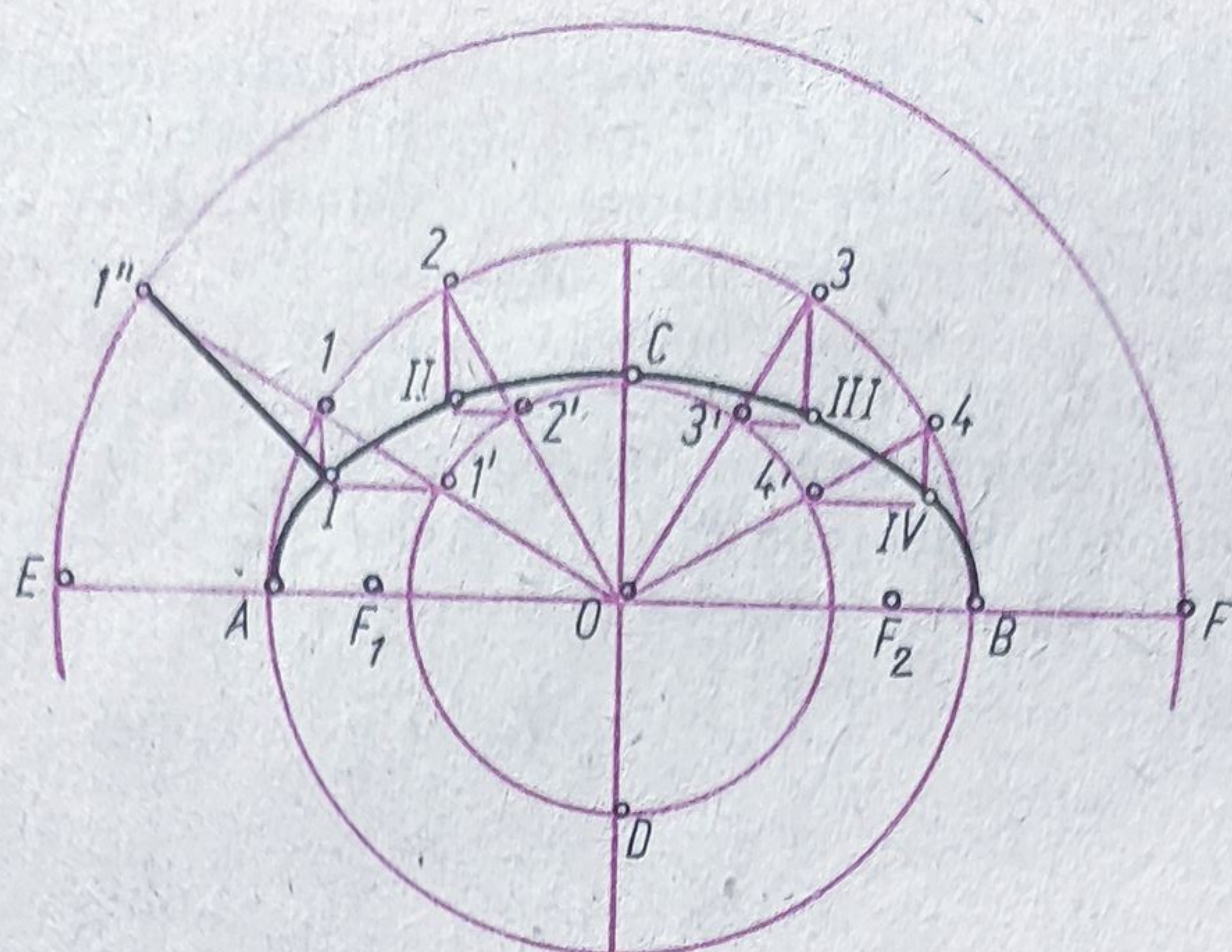


Fig. 4.15. Construcția bolții eliptice.

La executarea bolților de formă eliptică din cărămidă sau din piatră, pentru construirea elipsei se aplică următorul procedeu (fig. 4.15) : se trasează două cercuri concentrice în punctul O , având diametrele egale cu cele două axe ; o rază trasată din O intersectează cercul mic, în I' și cercul mare în I . Un punct I al elipsei se află la intersecția paralelei din I la axa mică, cu paralela din I' la axa mare.

Pentru trasarea normalei la elipsă în punctul I , se trasează un cerc concentric în O , cu diametrul egal cu suma axelor. Prelungirea razei OI intersectează acest cerc în punctul I'' ; segmentul $I''I$ este normala la elipsă în punctul I .

4.2.2. PARABOLA

Parabola este locul geometric al punctelor egal depărtate de un punct fix numit *focar* și de de o dreaptă fixă, numită *directoare*.

Parabola are o singură axă de simetrie (A_1A_1'), numită *axa parabolei*. Vârful A al parabolei (fig. 4.16) se află conform definiției parabolei la mijlocul distanței dintre directoarea DD' și focarul F . Pentru construcția unor puncte intermediare pe parabolă, se procedează astfel : se stabilește un punct I pe axa parabolei prin care se trasează o paralelă la directoare (perpendiculară pe axă) ; cu centrul în F și raza $r_1 = BI$ se trasează două arce de cerc care, intersectând paralela la directoare, determină punctele M_1 și M_1' situate pe parabolă.

Tangenta T la parabolă în punctul M_1 este bisectoarea unghiului format de segmentul M_1F și paralela prin M_1 la axa parabolei (M_1N_1). Normala N este perpendiculară pe tangentă în punctul de tangență M_1 .

4.2.3. HIPERBOLA

Hiperbola este locul geometric al punctelor a căror diferență a distanțelor până la două puncte fixe, numite *focare*, este o constantă (egală cu AA' pe figura 4.17).

Hiperbola are două axe de simetrie.

Curba limitată de un pas se numește *spiră*.

Elicea pe cilindru se construiește astfel (fig. 4.18) : se dau pasul și raza cilindrului ; se împarte cercul de bază al cilindrului (proiecția ortogonală în planul orizontal) și înălțimea pasului (indicat în proiecția ortogonală în plan vertical a cilindrului) în același număr de părți egale, de exemplu 8 ; prin diviziunile $1_0, 2_0, \dots, 8_0$ ale cercului se duc paralele la axa cilindrului, iar prin diviziunile $1_0, 2_0, \dots, 8_0$ ale pasului, se duc perpendiculare pe axă. Intersecțiile acestor linii de ordine — paralele și perpendiculare — determină puncte ale elicei. Porțiunea vizibilă a elicei se trasează cu linie continuă, iar porțiunea invizibilă cu linie întreruptă.

4.3.2. ELICEA PE CON

Elicea pe con este curba trasată pe suprafața unui con circular drept aflat în mișcare de rotație uniformă, de un punct care se deplasează cu o mișcare de translație uniformă, de-a lungul generatoarei conului.

Construcția elicei pe con este asemănătoare construirii elicei pe cilindru (fig. 4.19).

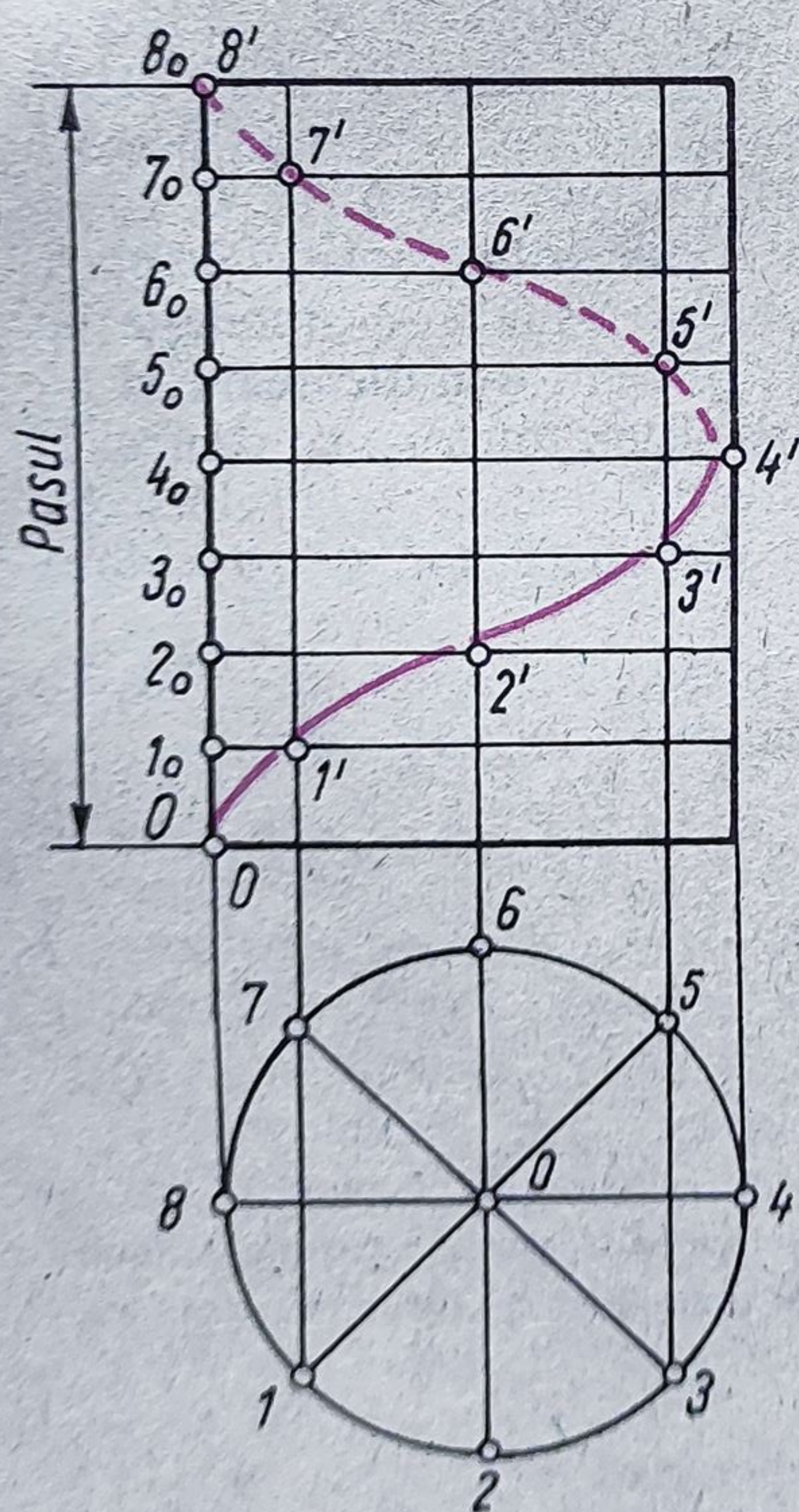


Fig. 4.18. Construcția elicei pe cilindru.

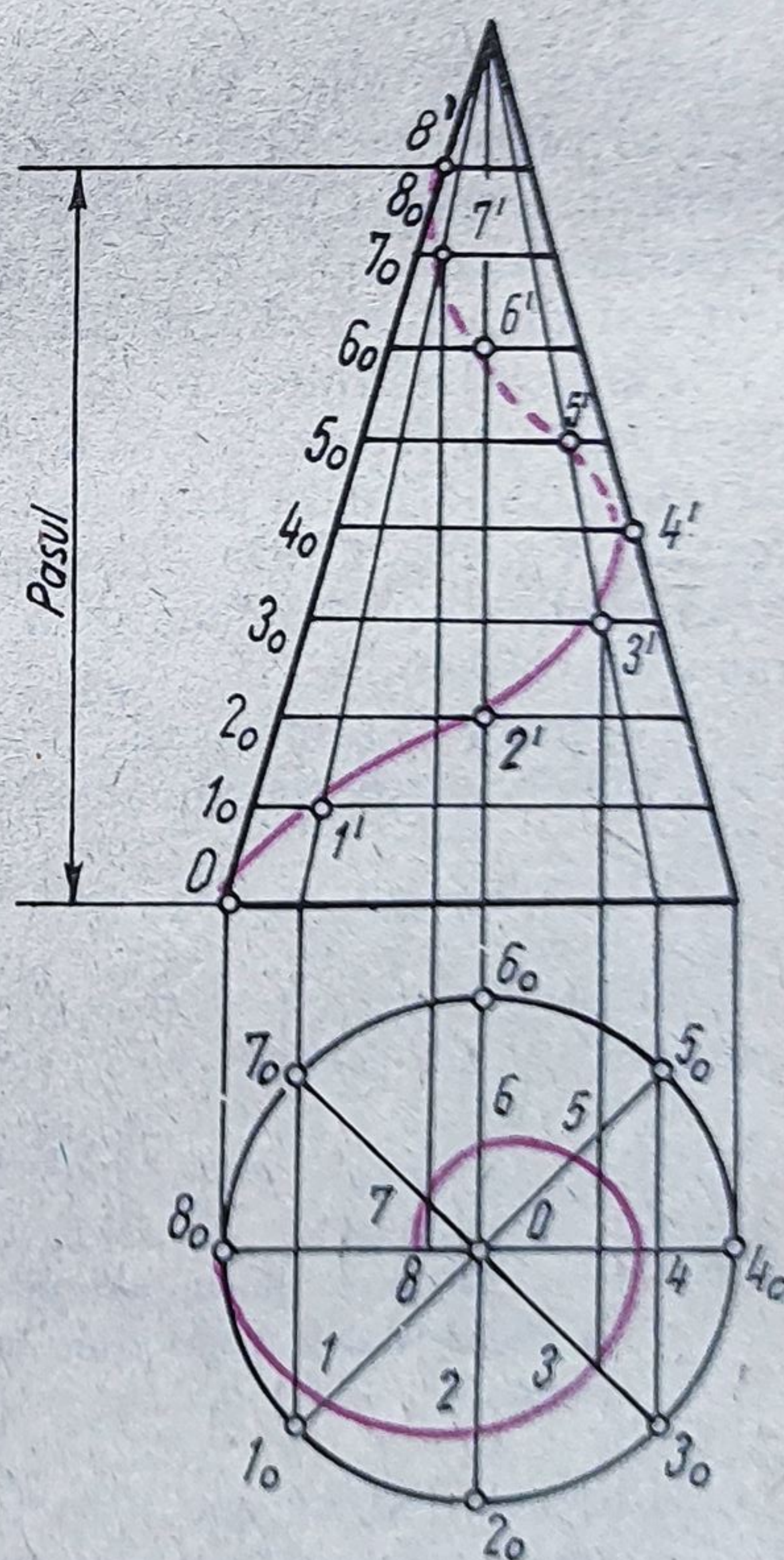


Fig. 4.19. Construcția elicei pe con.

Aplicații

1. Fiind date axele, să se traseze elipsa cu ajutorul unei sfori.

Indicație : se stabilesc focarele pe axa mare, după procedeul cunoscut (v. fig. 4.14) ; sfoara, de lungime egală cu axa mare, se fixează cu capetele în cele două focare ; ținând sfoara întinsă, se mișcă vârful unui creion în jurul focarelor.

2. Să se construiască grafic apareiajul (rostuirea) celor 11 bolțari ce alcătuiesc un arc în plin cintru de deschidere 1,60 m, la scara 1 : 20 (fig. 4.20).

3. Să se construiască grafic la scara 1 : 50 m un arc eliptic fiind date deschiderea de 2,20 m și înălțimea de 0,70 m. Să se traseze apareiajul pentru 9 bolțari (fig. 4.21).

Indicații : în construcția arcului se folosește construcția elipsei având axa mică de 1,40 m și axa mare de 2,20 m (pentru apareiaj, punctele echidistante pe elipsă se stabilesc prin încercări).

4. Un plan înclinat ascendent se rotește complet în jurul unui corp cilindric central, pe înălțimea de 1,60 m. Știindu-se că diametrul corpului cilindric central este de 1,00 m și lățimea planului înclinat este de 1,00 m, să se reprezinte grafic la scara 1 : 20 desfășurarea lui pe cilindrul central (vedere, fig. 4.22).

Indicație : se construiesc elicele pe doi cilindri concentrici de aceeași înălțime (1,60 m) cu bazele două cercuri de 1,00 m și respectiv 3,00 m, diametru.

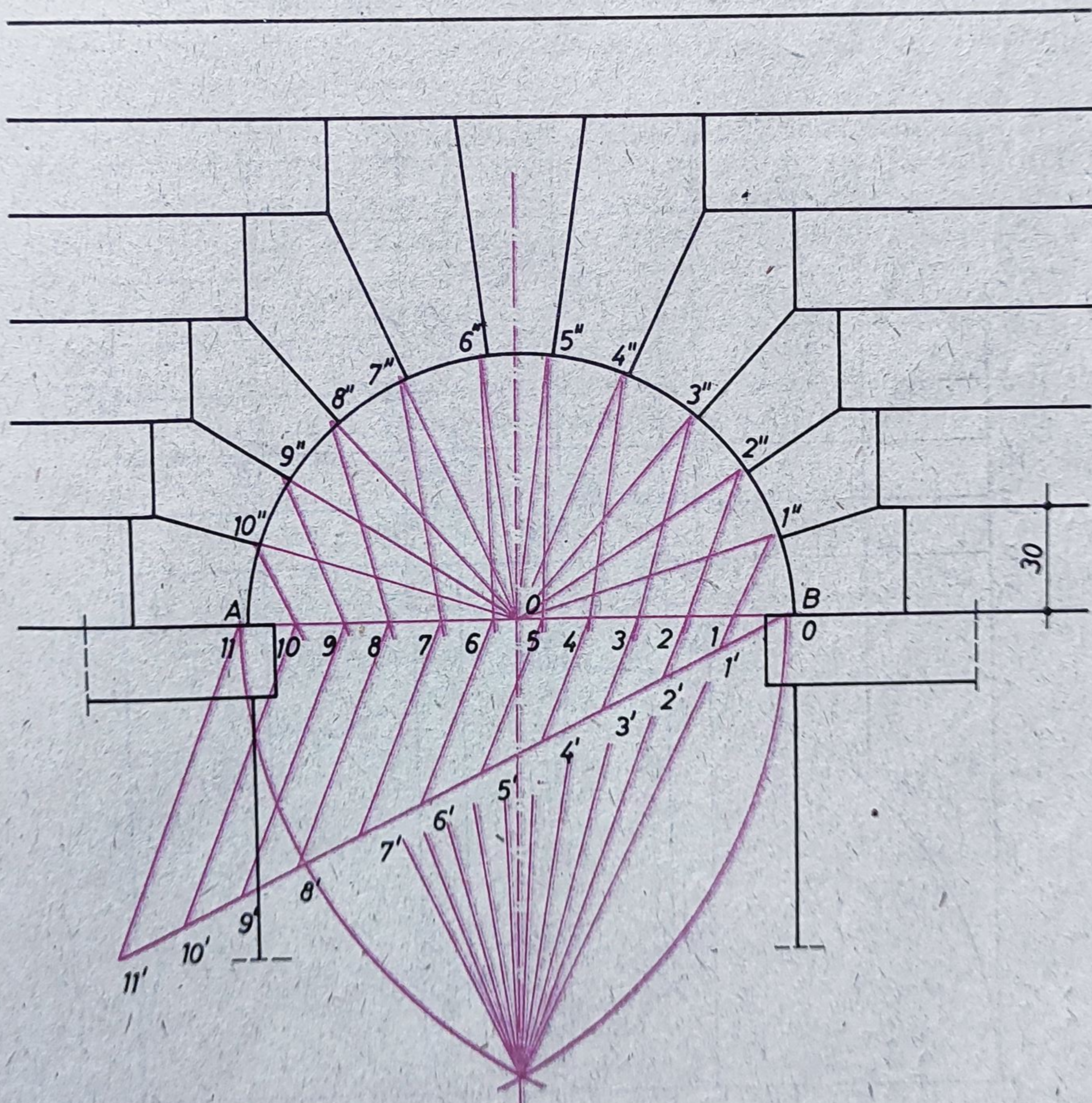


Fig. 4.20. Construcția apareiajului unui arc în plin cintru.

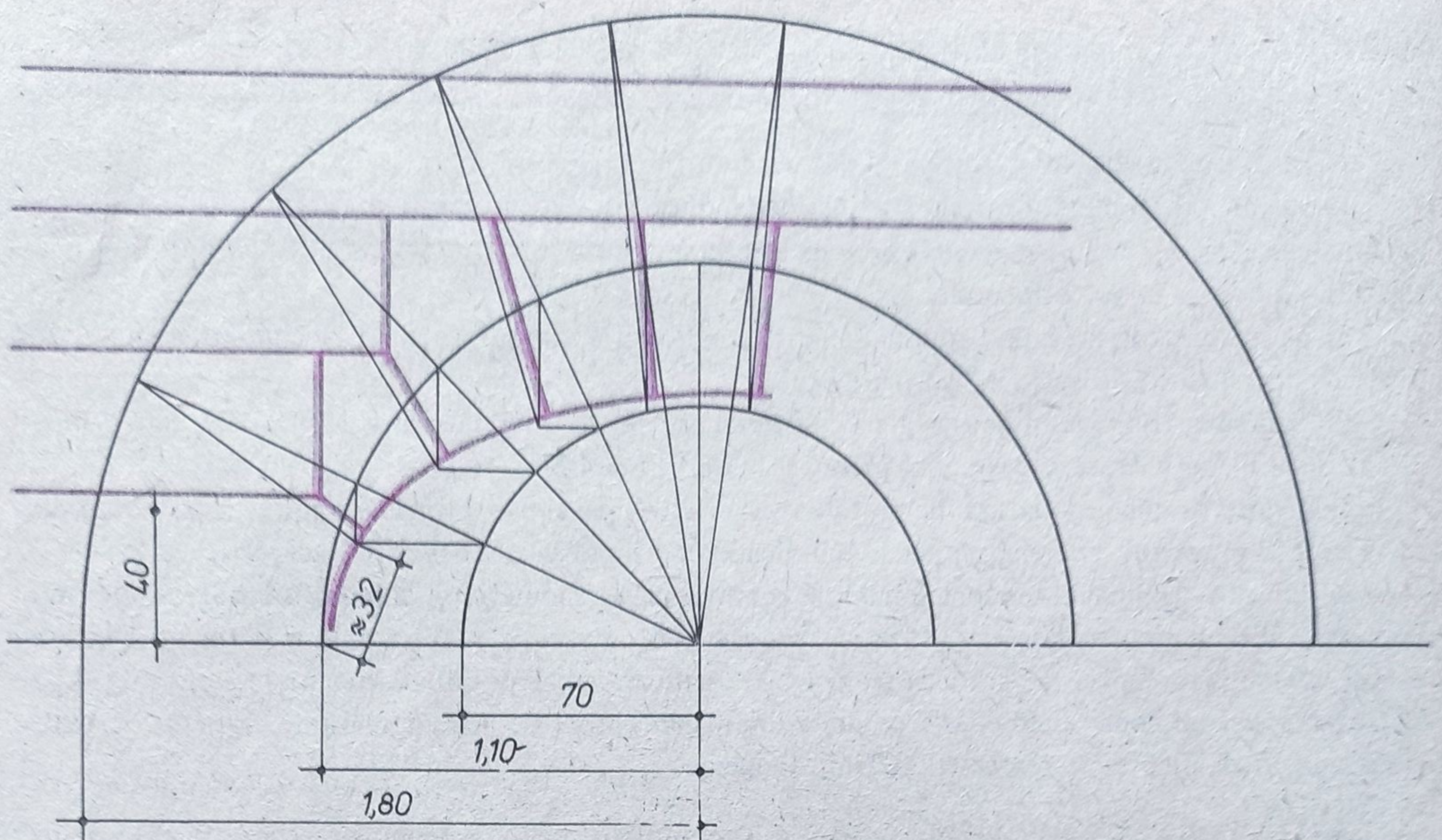


Fig. 4.21. Construcția apareiajului unei bolți eliptice.

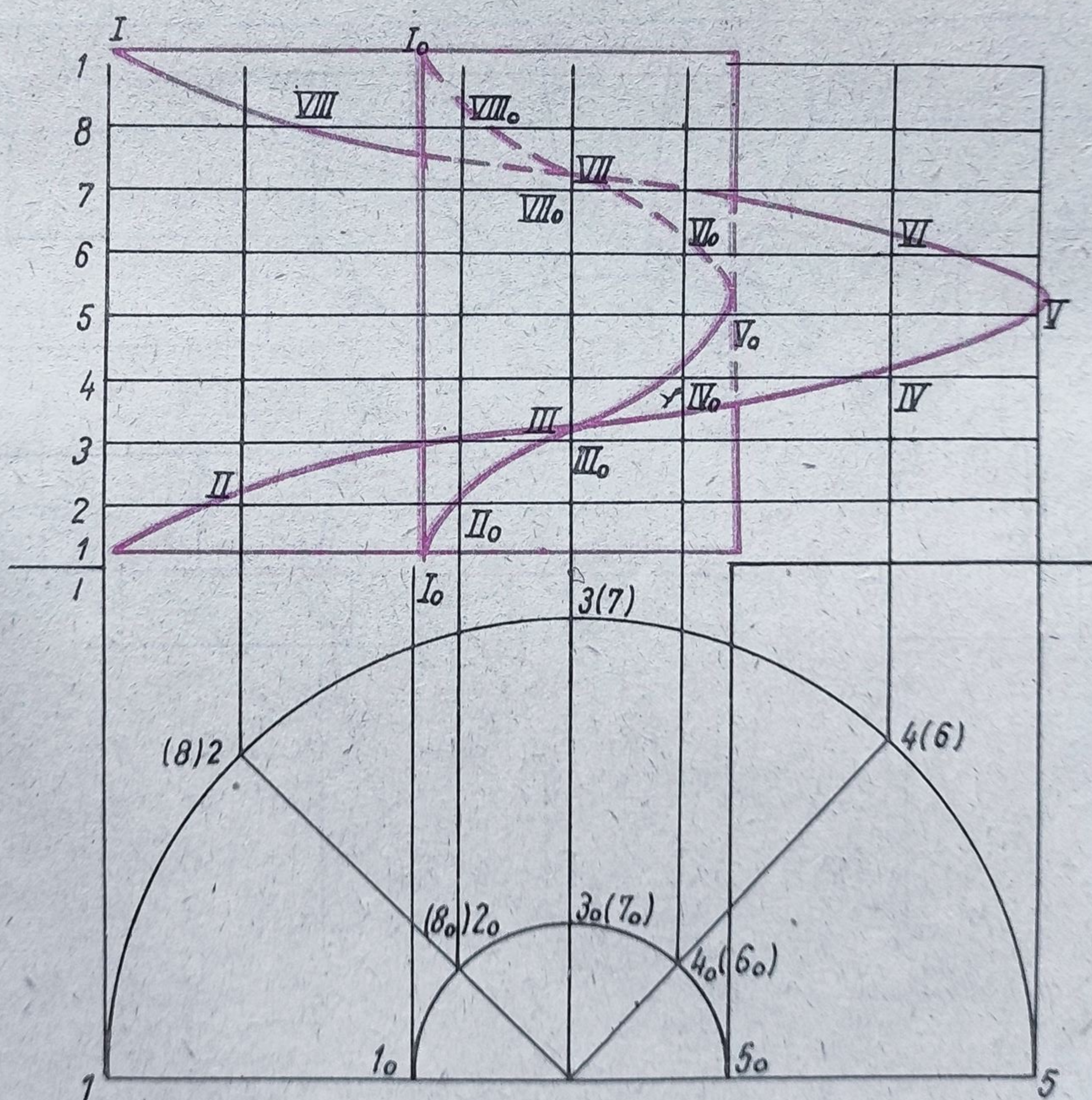


Fig. 4.22. Construcția unui plan înclinat (vedere).

CAPITOLUL 5

NOTIUNI DE DESEN PROIECTIV

Desenul de proiecție stabilește mijloacele și metodele prin care obiectele din spațiu pot fi reprezentate grafic pe un plan (planul hârtiei de desen).

Imaginea obiectelor se obține grafic prin proiectarea lor imaginară pe un tablou plan, numit *plan de proiecție*.

Procesul proiectării obiectelor pe un plan reproduce schematizat procesul percepției vizuale (fig. 5.1) ; razele vizuale care pleacă din ochiul unui observator trec prin punctele caracteristice ale obiectului din spațiu, și intersectând un plan de proiecție, determină pe acesta imaginea plană a obiectului respectiv, numită *proiecție*.

Desenul prin care se realizează grafic proiecția obiectelor pe un plan se numește *desen proiectiv* sau *desen de proiecție*.

Elementele necesare construirii proiecției obiectului sunt : centrul de proiecție 1, proiectanta (raza vizuală) 2, planul de proiecție 3 (fig. 5.1).

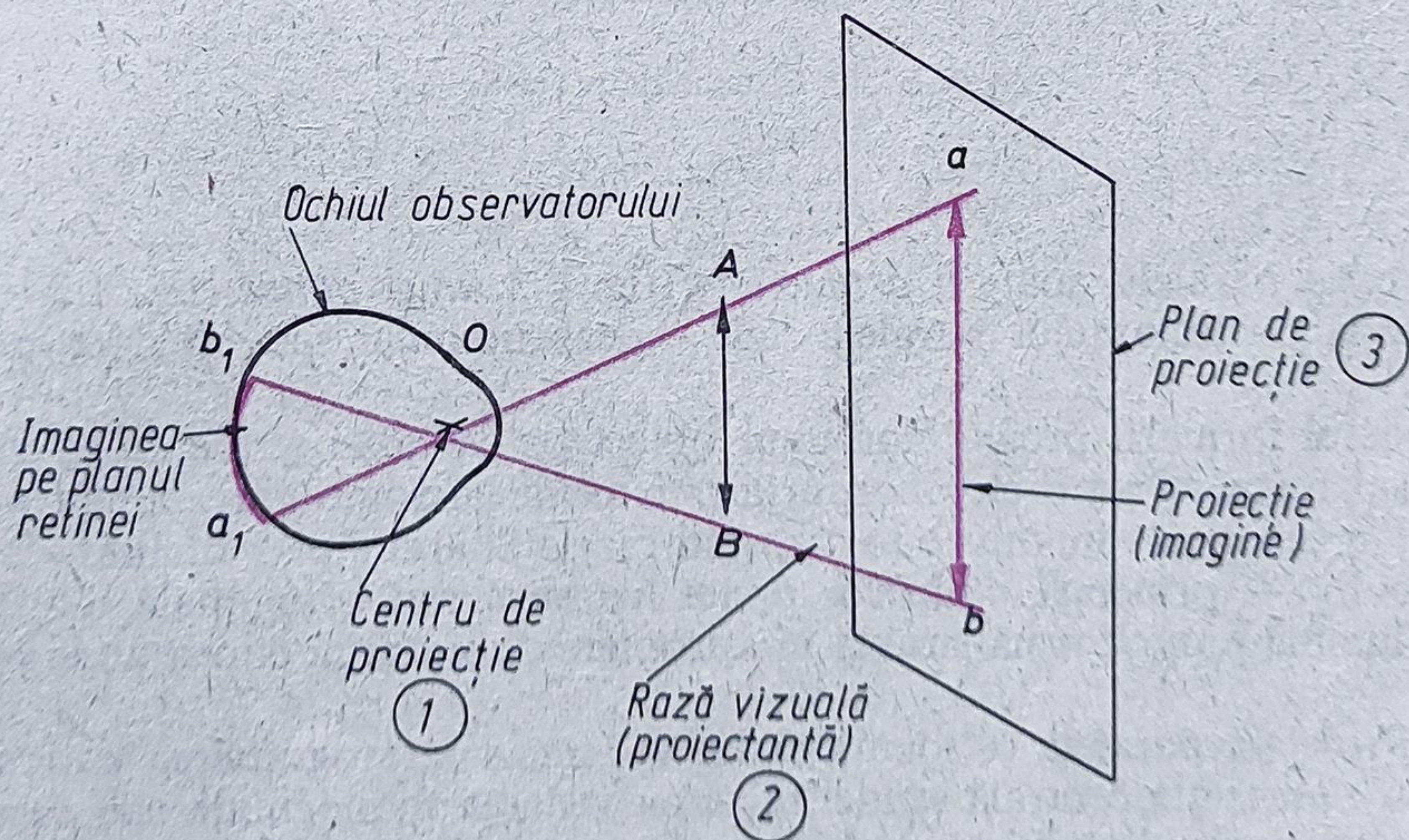


Fig. 5.1. Elementele proiecției.

5.1. SISTEME DE PROIECȚIE

În funcție de poziția centrului de proiecție față de obiect, se deosebesc două sisteme de reprezentare prin proiecție a obiectelor din spațiu (fig. 5.2) :

— **proiecția centrală sau conică**, în care centrul de proiecție se află la distanță finită față de obiect (proiectantele pornesc dintr-un punct fix, după cum generatoarele unui con pornesc din vârful său, fig. 5.2, *a*) ;

— **proiecția paralelă sau cilindrică**, în care centrul de proiecție se află la infinit în raport cu obiectul (proiectantele venind de la infinit sunt paralele între ele, asemănător generatoarelor unui cilindru, fig. 5.2, *b*).

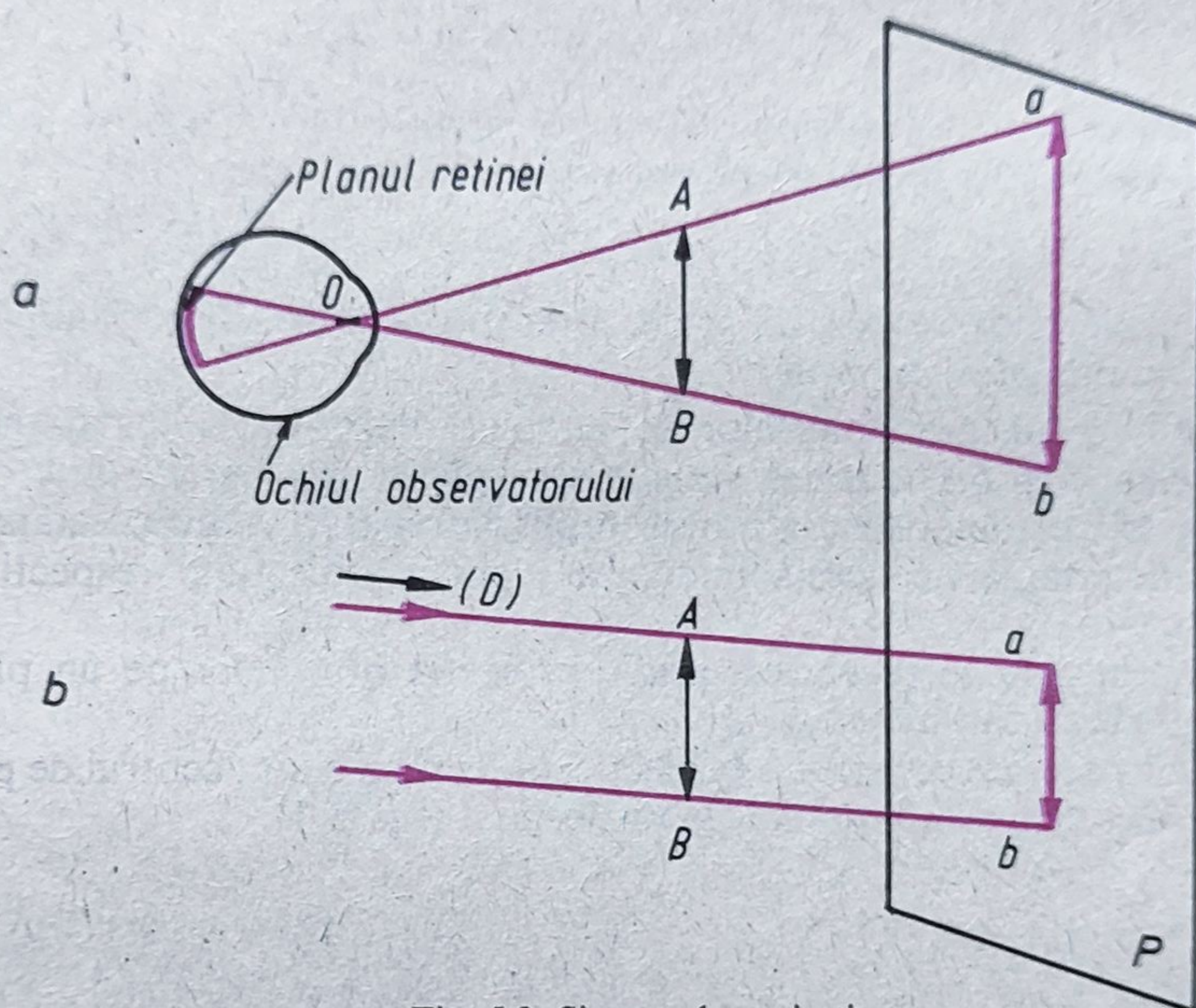


Fig. 5.2. Sisteme de proiecție.

Proiecția paralelă poate fi *ortogonală* (fig. 5.3, *a*) și *oblică* (fig. 5.3, *b*), după cum direcția proiectantelor paralele cade perpendicular sau oblic pe planul de proiecție.

Procesul formării proiecțiilor unui obiect pe un plan se identifică în natură cu procesul formării umbrelor corpurilor. Umbra la Soare corespunde proiecției paralele ; în funcție de unghiul sub care cad razele Soarelui pe Pământ — oblic sau perpendicular — proiecția umbrelor poate fi oblică sau ortogonală. Umbra la o sursă de lumină punctiformă situată în apropierea obiectului corespunde proiecției centrale.

Proiecția paralelă se identifică cu vederea sau fotografierea de la infinit a obiectului ; proiecția centrală se identifică cu vederea monoculară sau cu fotografierea dintr-o poziție apropiată a obiectului.

În proiecția conică, aspectul obiectelor este redat pe planul de proiecție conform percepției vizuale (conform imaginii realizate pe planul retinei ochiului) ;

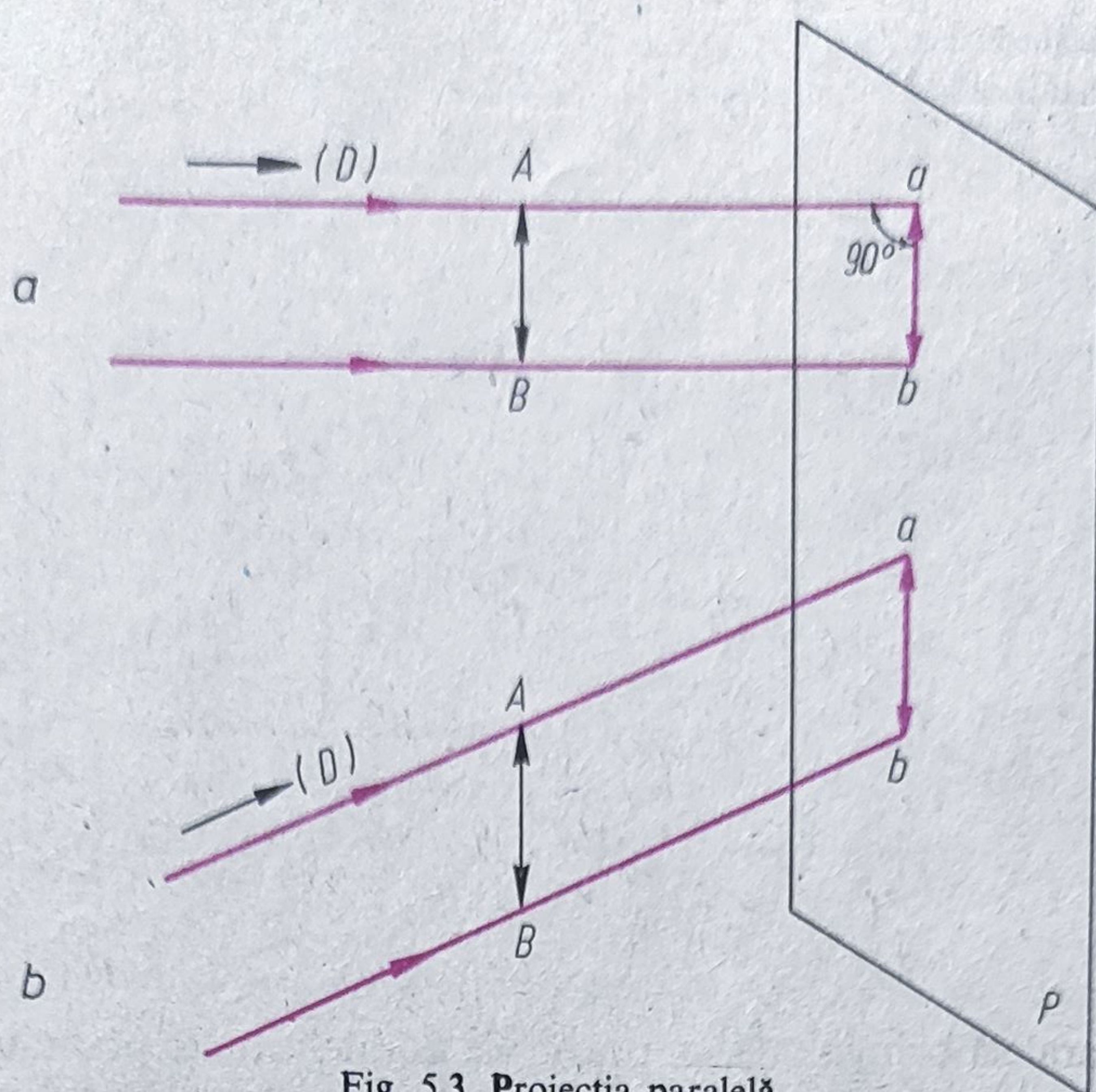


Fig. 5.3. Proiecția paralelă.

imaginile apar deformate în raport cu forma și cu dimensiunile obiectelor reale ; ele se modifică pe măsura schimbării distanței dintre obiect și centrul de proiecție (fig. 5.4). Din aceste considerente, proiecția conică este folosită în desenul tehnic la realizarea imaginii fotografice a obiectelor (perspective liniare).

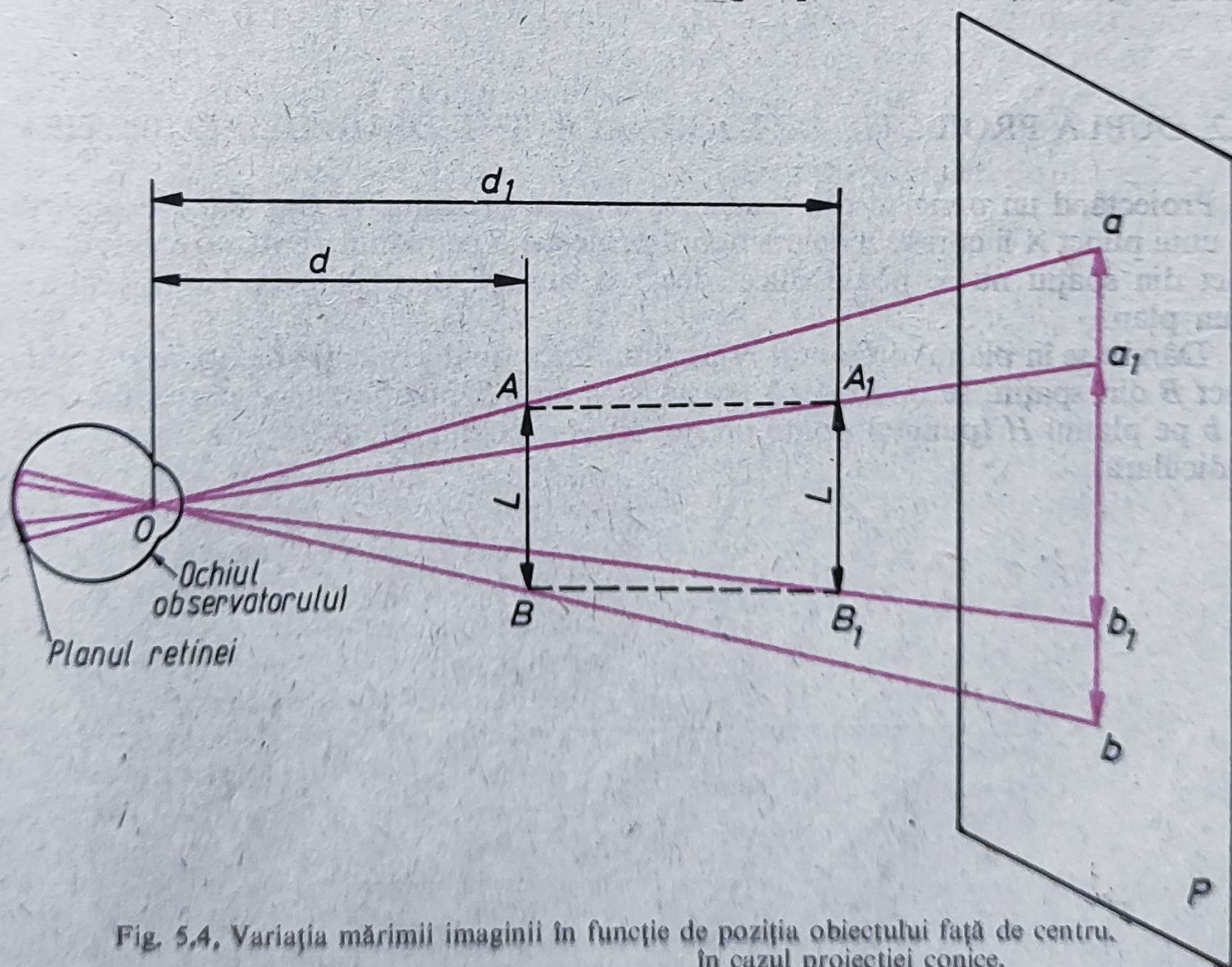
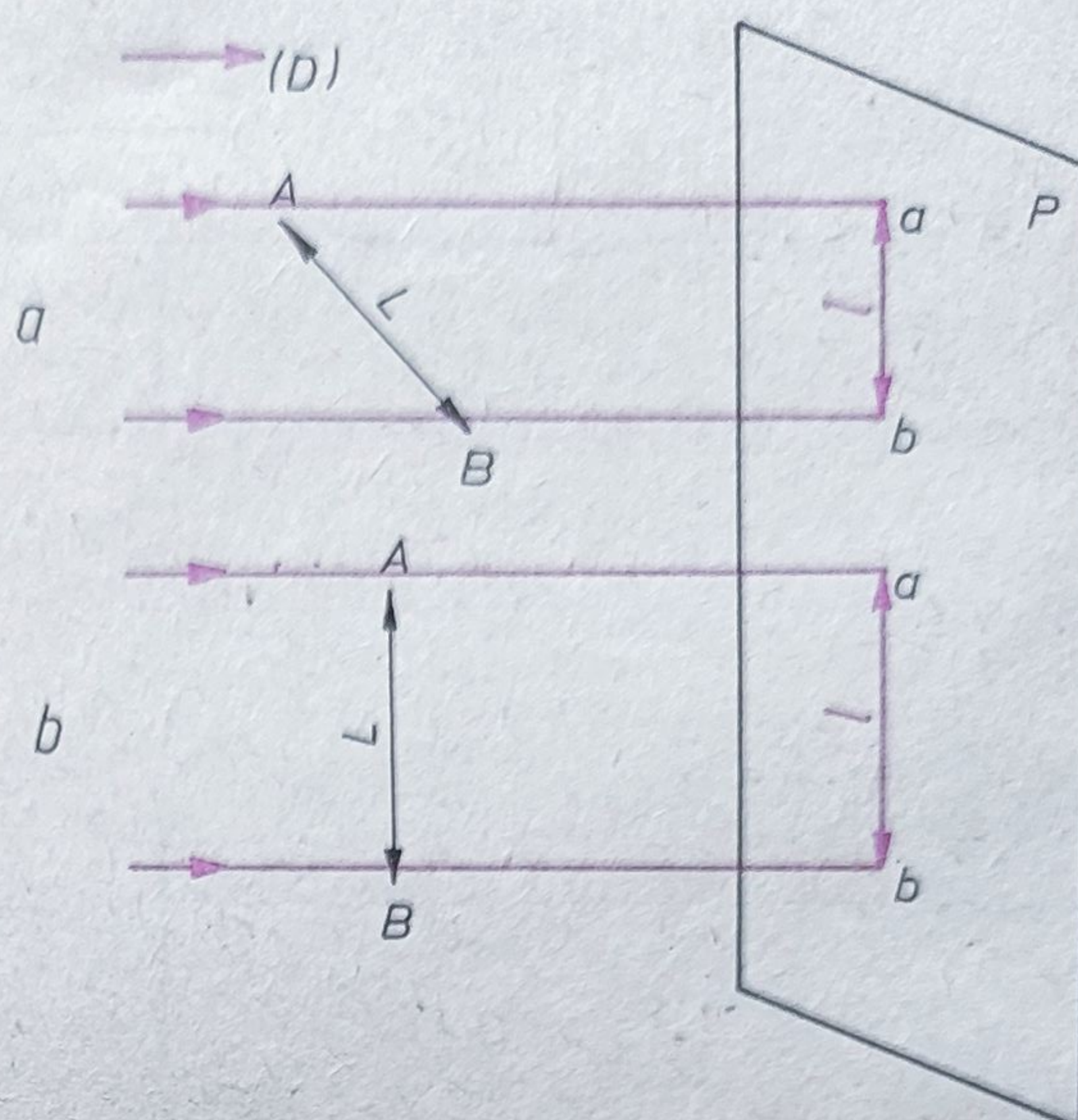


Fig. 5.4. Variația mărimii imaginii în funcție de poziția obiectului față de centru, în cazul proiecției conice.

Fig. 5.5. Proiecția ortogonală :

a — dreapta L oblică față de planul P ($AB \neq ab$) ;
 b — dreapta L paralelă cu planul P ($AB = ab$).



Proiecția paralelă ortogonală, în poziții de paralelism ale planului de proiecție cu elementele geometrice ale obiectului din spațiu (segmente de dreaptă, suprafețe plane) determină imagini identice ca formă și mărime cu obiectul (fig. 5.5).

În producție, este necesar să se lucreze cu desene identice cu forma reală a obiectelor ; de aceea, proiecția ortogonală este considerată metoda de bază în reprezentarea grafică plană a corpurilor din spațiu ; ea stă la baza elaborării desenelor de studiu și de execuție a obiectelor de construcții.

5.2. DUBLA PROIECȚIE ORTOGONALĂ. TRIEDRUL DE PROIECȚIE

Proiectând un punct A din spațiu pe un plan orizontal H (fig. 5.6), se observă că : unui punct A îi corespunde o singură proiecție a pe planul H , deoarece dintr-un punct din spațiu nu se poate duce decât o singură perpendiculară (proiectantă) pe un plan.

Dându-se în planul orizontal H punctul b , ca fiind proiecția ortogonală a unui punct B din spațiu, se observă că acesta nu poate fi poziționat pe perpendiculara din b pe planul H (punctul poate ocupa diferite poziții B_1, B_2, \dots , pe această perpendiculară).

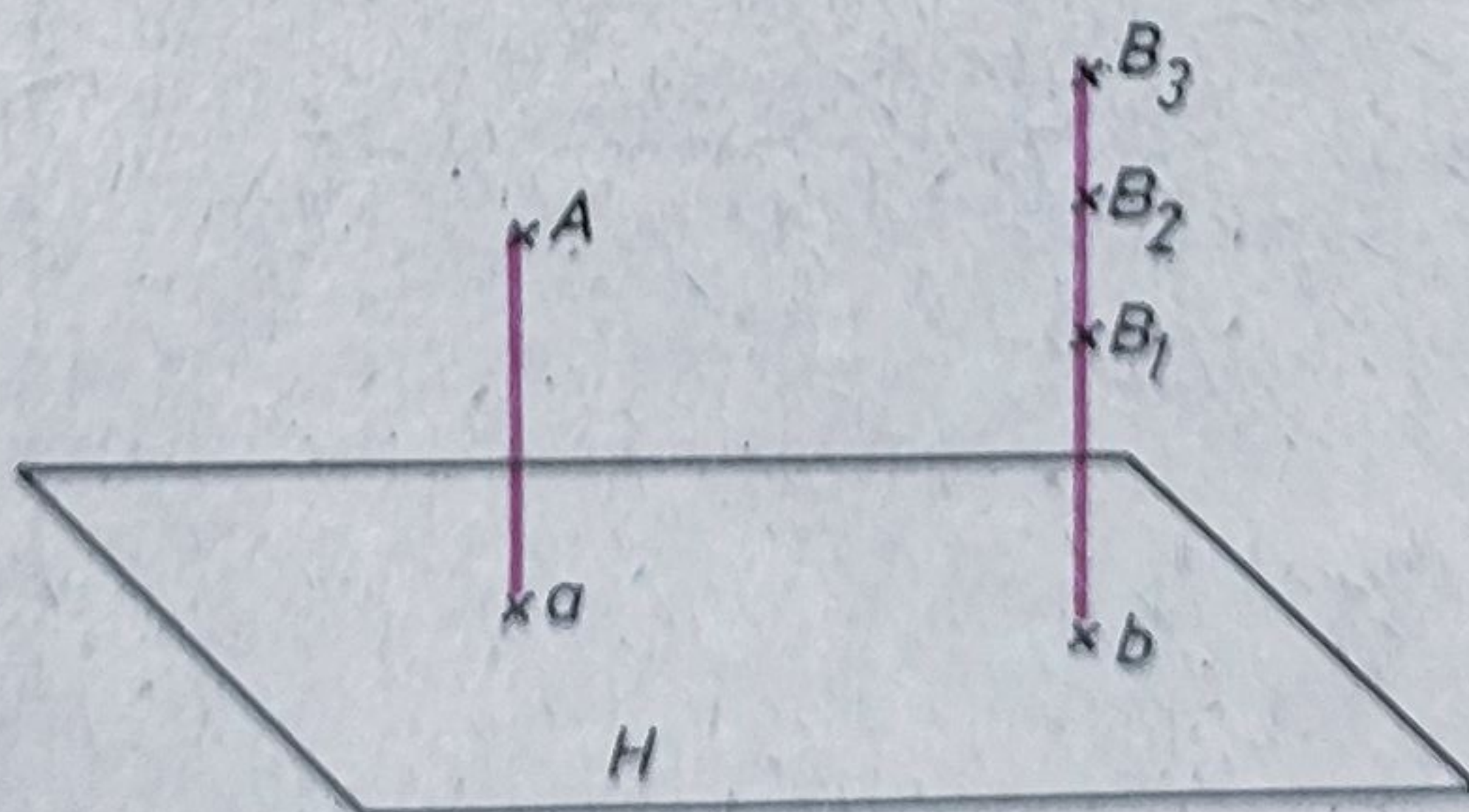


Fig. 5.6. Proiecția ortogonală pe un singur plan de proiecție.

Intersecțiile dintre planele de proiecție ale triedrului determină axele OX , OY , OZ . Punctul O de intersecție a celor trei axe se numește *originea axelor*.

Pentru a observa relațiile geometrice existente între proiecții și obiectul din spațiu, este necesară realizarea unei imagini de ansamblu a triedrului, care să cuprindă în același desen atât obiectul cât și proiecțiile lui pe cele trei plane de proiecție. O astfel de imagine se realizează proiectând cilindric triedrul din spațiu pe planul hârtiei de desen pe o direcție oblică, cu planul vertical paralel cu planul hârtiei (se obține un desen în perspectivă).

Planul vertical, paralel cu hârtia, apare în adevărata mărime (pătrat perfect); celelalte plane, perpendiculare pe planul hârtiei, apar în proiecție sub un raport de micșorare. Convențional se stabilește că direcția oblică de proiecție aleasă cade pe planele orizontal și lateral sub același unghi și determină pe hârtia de desen proiecții ale acestor plane sub același raport de micșorare; axa OY se proiectează sub unghiuri identice față de axele OX și OZ (v. fig. 5.8).

5.3. REPRESENTAREA PUNCTULUI

5.3.1. REPRESENTAREA ÎN PERSPECTIVĂ

Proiectantele din punctul A (fig. 5.9) la planele de proiecție determină pe acestea proiecțiile a , a' și a'' ; proiectantele Aa , Aa' și Aa'' determină două câte două, trei plane proiectante ale punctului A pe planele de proiecție:

- Aaa_ya'' , plan proiectant pe planele H , L și paralel la planul V ;
- $Aa'a_xa$, plan proiectant pe planele H , V și paralel la planul L ;
- $Aa''a_z a'$, plan proiectant pe planele V , L și paralel la planul H .

Intersecțiile planelor proiectante ale punctului A cu planele de proiecție sunt liniile de ordine aa_x ; $a'a_x$; aa_y ; $a''a_y$; $a'a_z$; $a_z a''$.

5.3.2. REPRESENTAREA ÎN EPURĂ

Desenul în perspectivă (fig. 5.9) are o singură proiecție în adevărata mărime, proiecția cuprinsă în planul paralel cu planul hârtiei de desen (planul vertical).

Pentru a avea toate proiecțiile unui obiect în adevărata mărime pe planul hârtiei, este necesar ca toate planele triedrului să devină paralele cu suprafața hârtiei. Acest lucru se obține rotind planul H al triedrului în jurul axei OX și planul L în jurul axei OZ până ce ajung în prelungirea planului vertical V (fig. 5.10). Figura geometrică obținută prin reprezentarea obiectului pe planele de proiecție desfășurate pe o singură suprafață plană se numește *epură*.

O dată cu rotirea planelor H și L în jurul axelor OX și OZ se rotesc și proiecțiile conținute în aceste plane; liniile de ordine din planele H și L se așază în prelungirea celor din planul V ; proiecțiile punctului A două câte două vor fi pe aceeași linie de ordine. Axa OY se va așeza în epură în prelungirea axei OZ , iar axa OY' se va așeza în prelungirea axei OX .

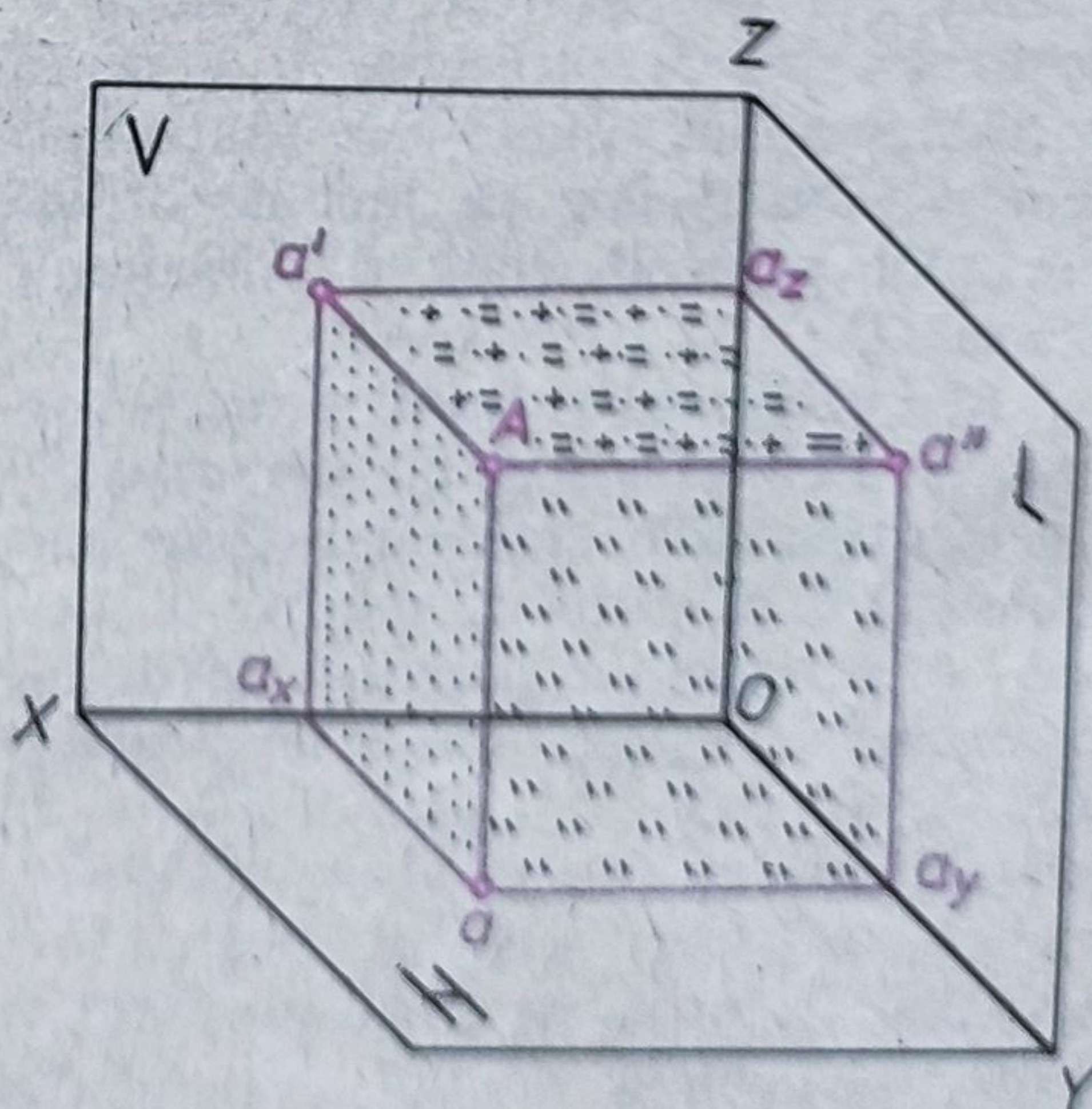
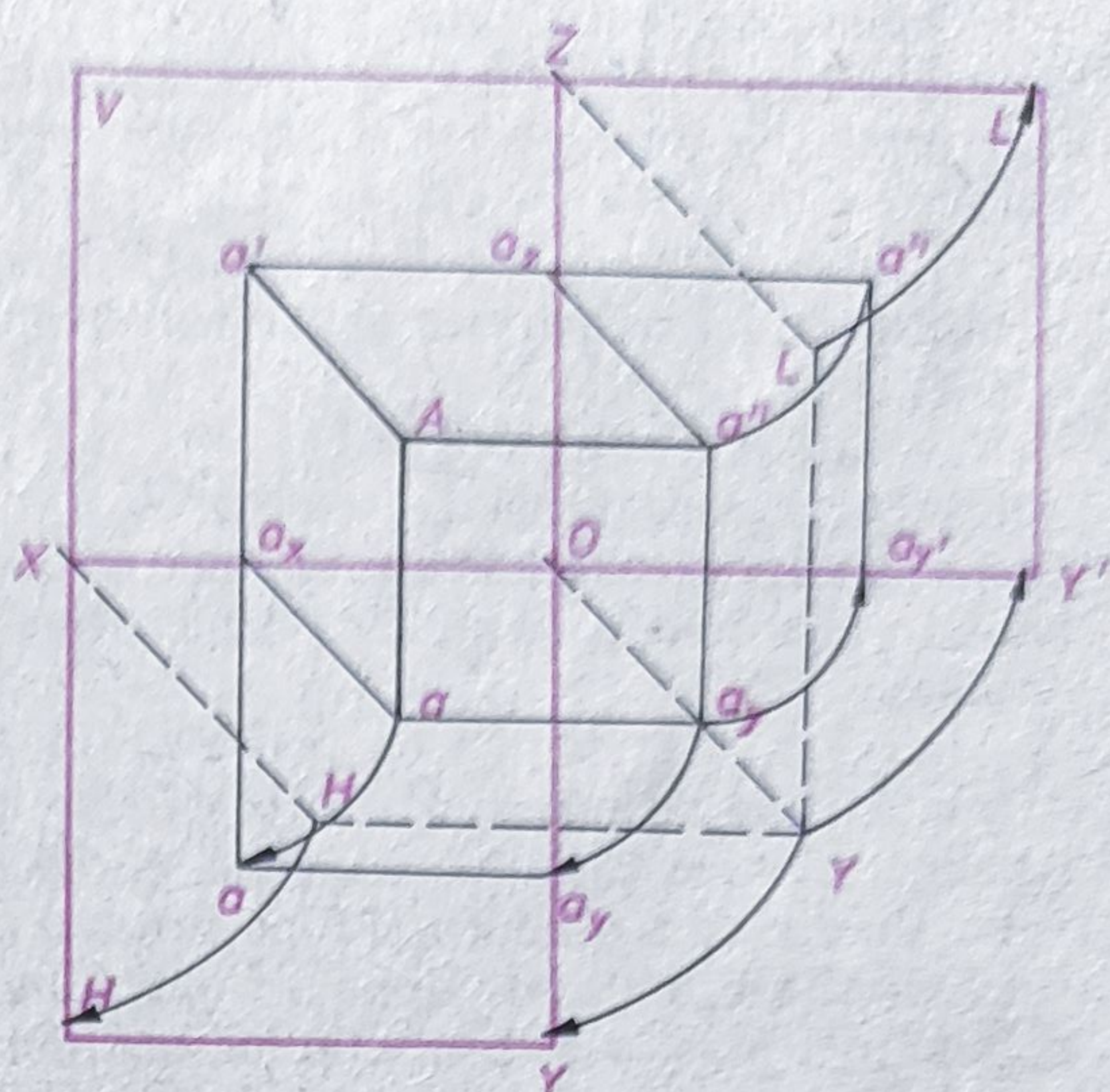


Fig. 5.9. Reprezentarea în perspectivă a punctului pe trei plane de proiecție.

Fig. 5.10. Construcția epurei punctului.



Planele de proiecție se reprezintă schematizat, numai prin axele OX , OY , OY' , OZ .

Distanțele unui punct situat în spațiu până la planele de proiecție reprezintă *coordonatele punctului* (fig. 5.11, a, b) :

- abscisa (Aa'') este distanța punctului A la planul lateral și se măsoară pe axa OX (axa absciselor) ;
- depărtarea (Aa') este distanța punctului A la planul vertical și se măsoară pe axa OY (axa depărtărilor sau a ordonatelor) ;
- cota (Aa) este distanța punctului A la planul orizontal și se măsoară pe axa OZ (axa cotelor).

Dându-se coordonatele unui punct A ($x = 4$; $y = 2$; $z = 3$), acesta se poate construi atât în perspectivă, cât și în epură (fig. 5.11, a și b).

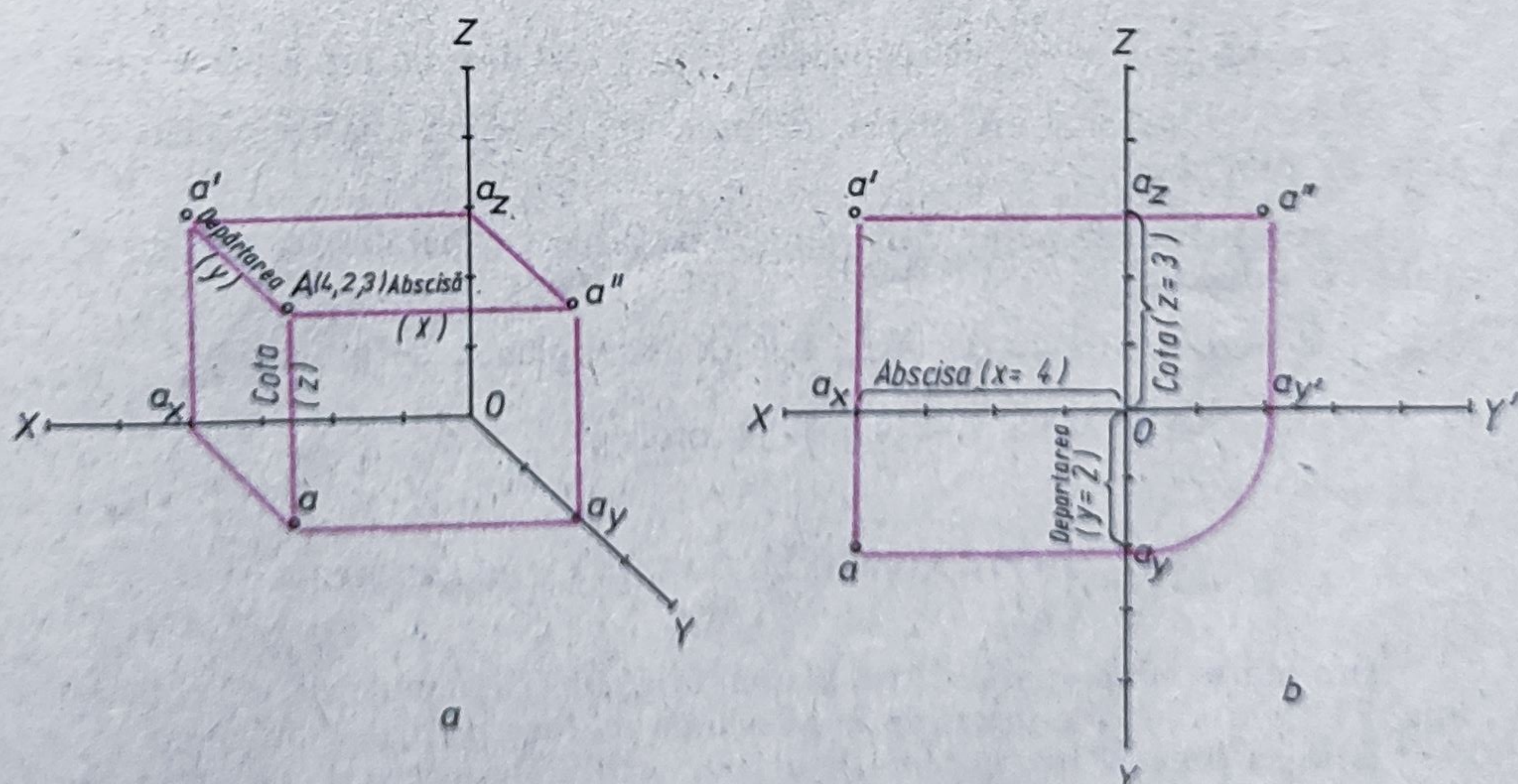


Fig. 5.11. Construcția unui punct de coordonate cunoscute $A(4, 2, 3)$:
a — perspectivă ; b — epură.

Cunoscându-se pozițiile pe cele trei axe ale coordonatelor punctului, prin intermediul liniilor de ordine se construiesc proiecțiile lui pe cele trei plane. În perspectivă, proiecțiile punctului se construiesc ducând prin punctele a_x, a_y, a_z de pe axe, paralele la axele triedrului: $a_x a, a_z a''$ (paralele la OY); $a_z a', a_y a$ (paralele la OX); $a_x a', a_y a''$ (paralele la OZ). Construcția punctului în spațiu se face ducând din proiecțiile determinate, paralele la axele triedrului: Aa' paralelă la OY ; Aa'' (paralelă la OX); Aa (paralelă la OZ).

În mod convențional, pe desenul în perspectivă se stabilește ca măsurarea coordonatelor să se facă în unități egale pe cele trei axe; de fapt, în desen, pe axa OY , unitățile apar micșorate datorită proiecției oblice a planelor H și L pe planul hârtiei de desen.

În funcție de mărimea coordonatelor lui, un punct poate avea în raport cu sistemul celor trei plane de proiecție, *poziții oarecare* (cele trei coordonate prezintă valori diferite de zero, punctul fiind situat în spațiul triedrului) sau *poziții particulare* (una, două sau toate coordonatele punctului au valoarea zero, punctul fiind situat pe unul din planele de proiecție, pe una din cele trei axe, sau în originea axelor).

Analizându-se coordonatele unui punct în poziții particulare se constată că dacă una din coordonatele sale este zero, punctul se va afla în planul de proiecție față de care se măsoară această coordonată. Dacă două din coordonatele unui punct sunt zero, punctul se va afla pe axa ce corespunde coordonatei diferite de zero. Dacă toate coordonatele unui punct sunt zero, punctul se va afla în originea axelor.

5.4. REPREZENTAREA DREPTEI

O dreaptă, fiind determinată prin două din punctele sale, reprezentarea ei pe planele de proiecție se reduce la reprezentarea proiecțiilor punctelor respective și unirea proiecțiilor cuprinse în același plan.

O dreaptă poate avea față de planele de proiecție una din următoarele poziții:

- paralelă cu unul din planele de proiecție (înclinată față de celelalte două plane de proiecție);
- perpendiculară pe unul din planele de proiecție (paralelă la celelalte două plane de proiecție);
- în poziții oarecare (înclinată față de toate planele de proiecție);
- conținută într-unul din planele de proiecție.

5.4.1. DREPTE PARALELE CU UN PLAN DE PROIECȚIE

Dreapta de nivel (paralelă cu planul orizontal) are punctele de cotă egală (fig. 5.12, *a* și *b*) și se proiectează în adevărata mărime pe planul orizontal.

Dreapta frontală (paralelă cu planul vertical) are punctele de depărtare egală (fig. 5.13, *a* și *b*) și se proiectează în adevărata mărime pe planul vertical.

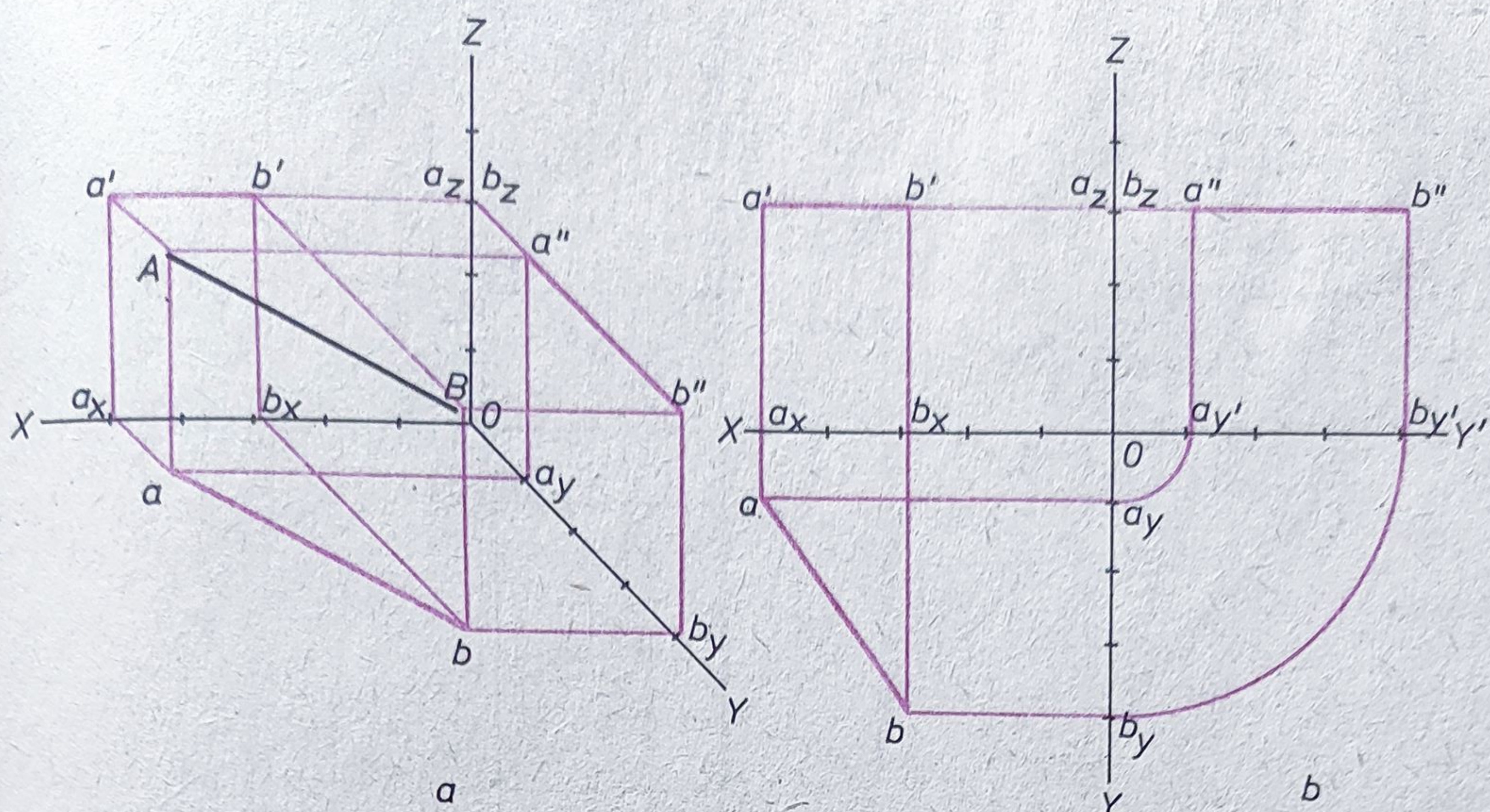


Fig. 5.12. Reprezentarea unei drepte de nivel :

a — perspectivă ; b — epură ; A (5, 1, 3) ; B (3, 4, 3).

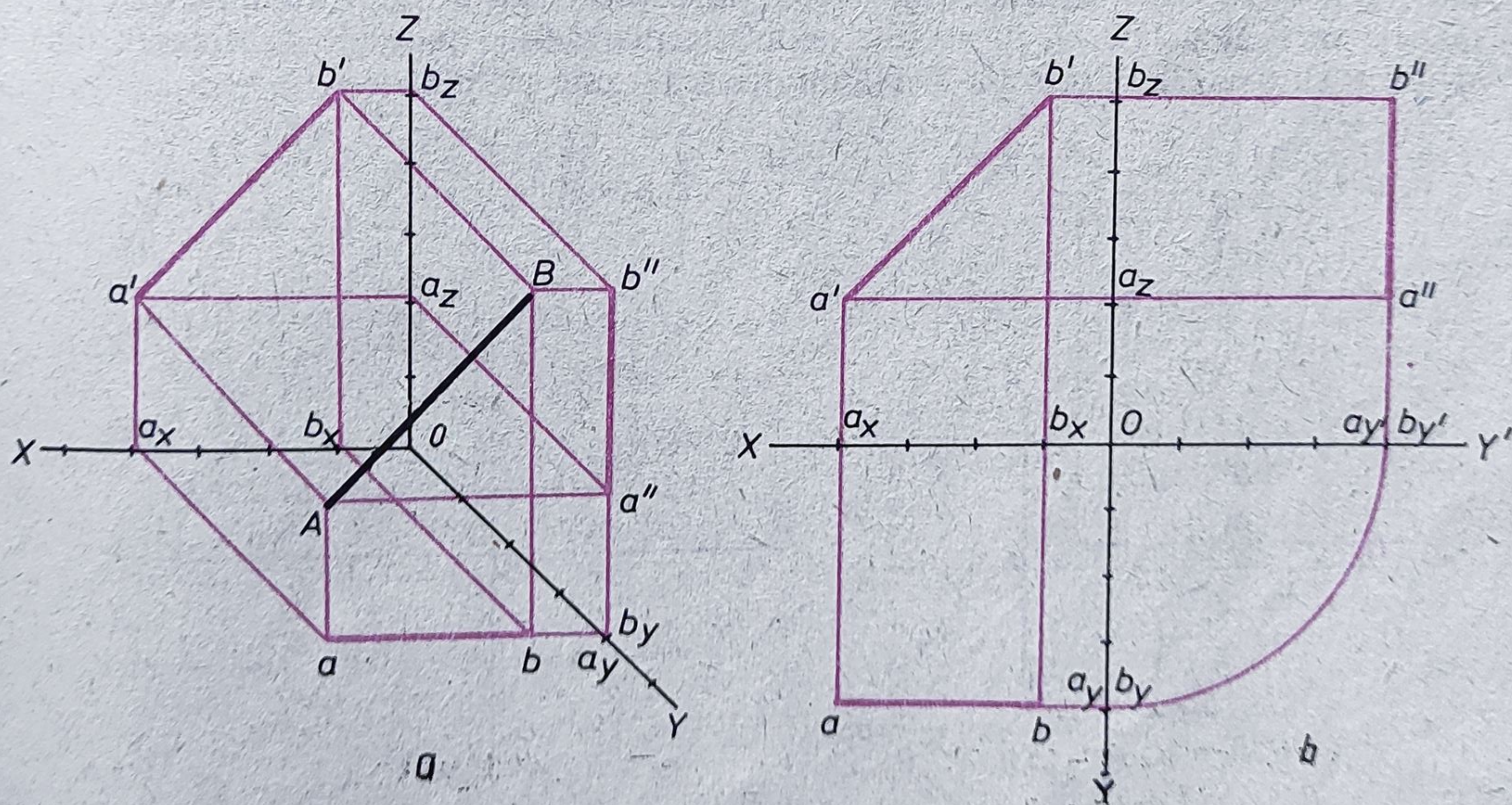


Fig. 5.13. Reprezentarea unei drepte frontale :

a — perspectivă ; b — epură ; A (4, 4, 2) ; B (1, 4, 5).

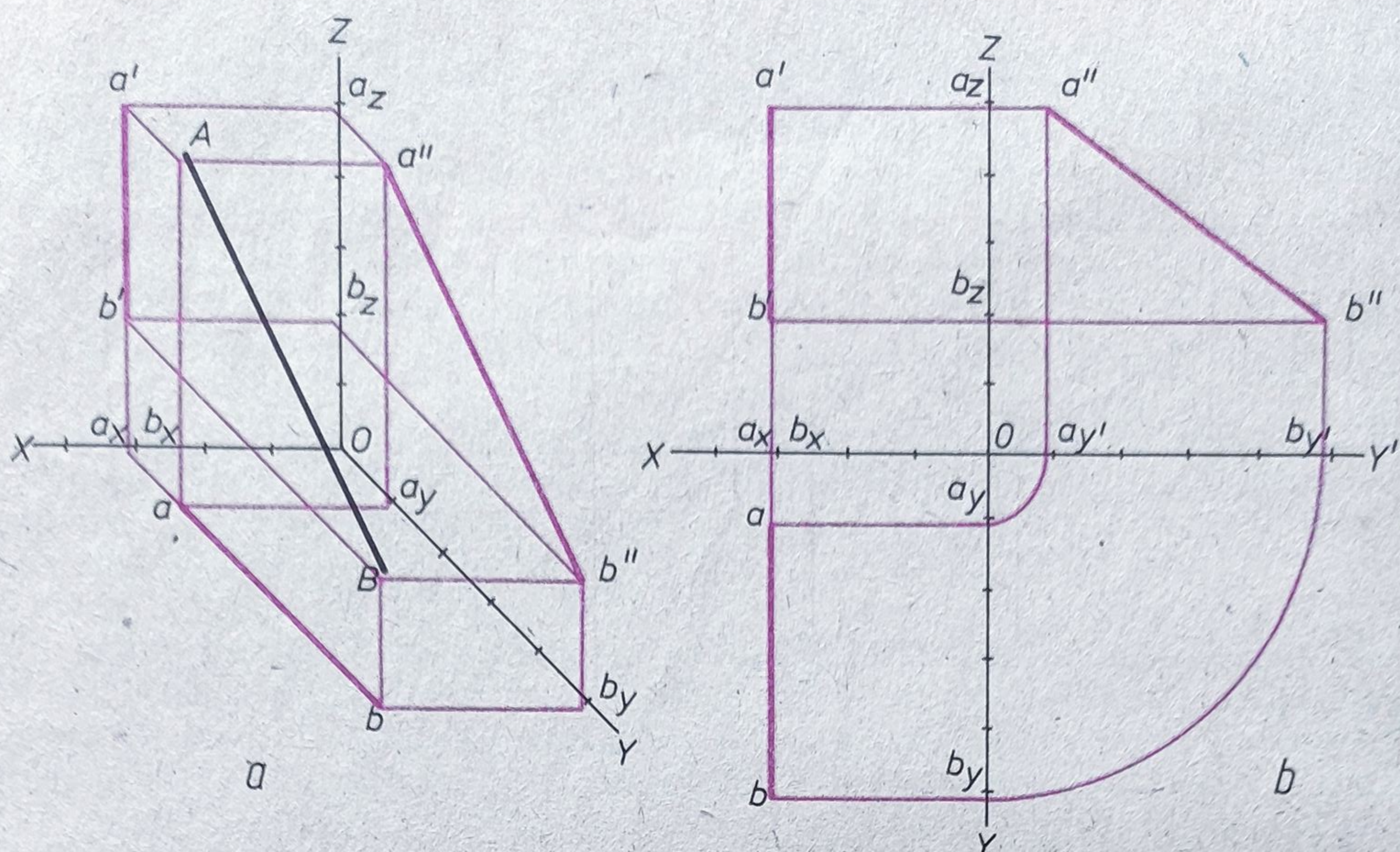


Fig. 5.14. Reprezentarea unei drepte de profil :

a — perspectivă ; b — epură ; $A(3, 1, 5)$; $B(3, 5, 2)$.

Dreapta de profil (paralelă cu planul lateral) are punctele de abscisă egală (fig. 5.14, a și b) și se proiectează în adevărata mărime pe planul lateral.

5.4.2. DREPTÉ PERPENDICULARE PE UN PLAN DE PROIECȚIE

Dreapta verticală (perpendiculară, pe planul orizontal) are punctele de depărtare egală și de abscisă egală (fig. 5.15) ; se proiectează în adevărata mărime pe planele vertical și lateral, proiecțiile pe aceste plane fiind paralele cu dreapta din spațiu și cu axa OZ . Proiecția în planul orizontal este un punct.

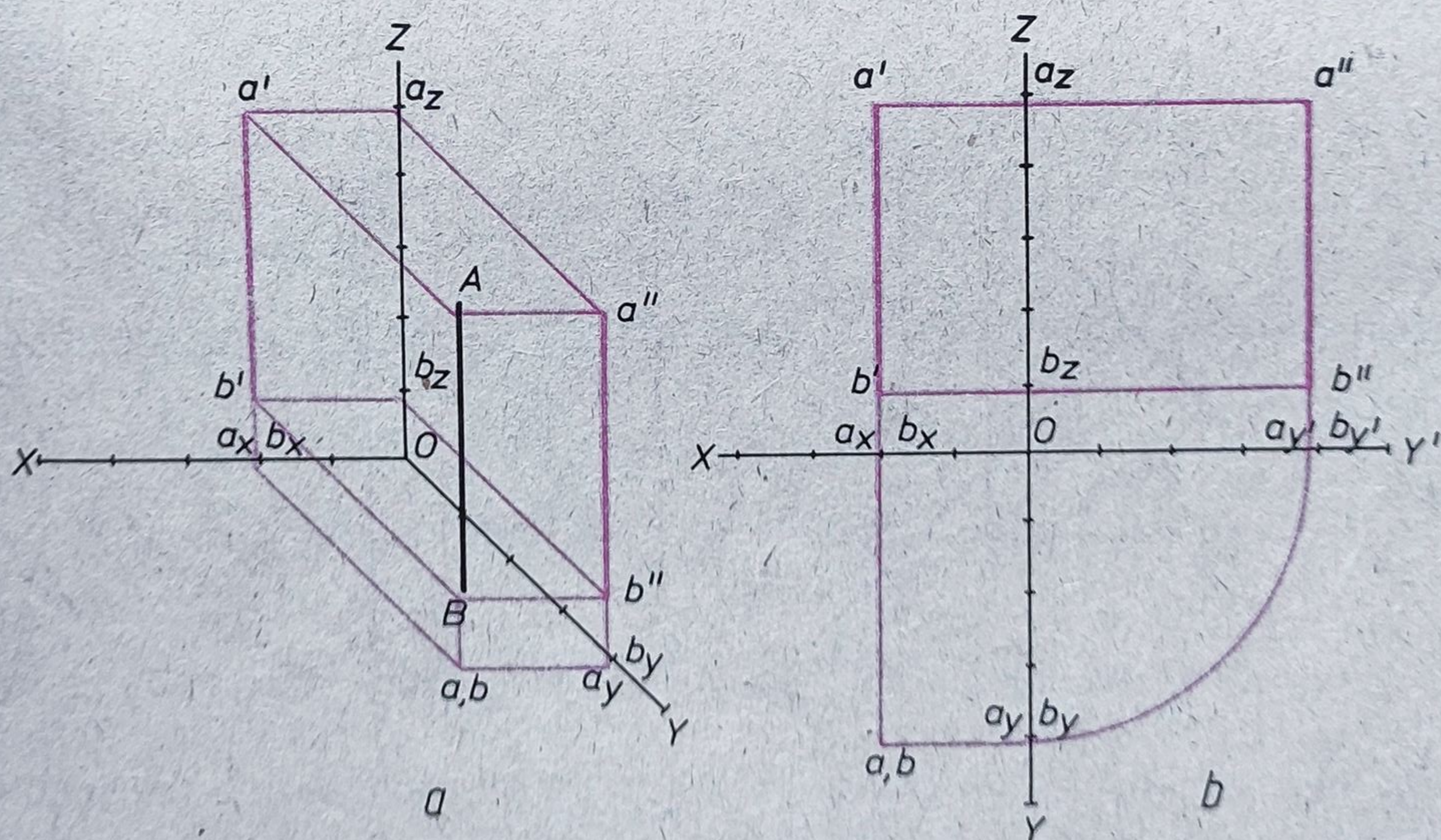


Fig. 5.15. Reprezentarea unei drepte verticale :

a — perspectivă ; b — epură ; $A(2, 4, 5)$; $B(2, 4, 1)$.

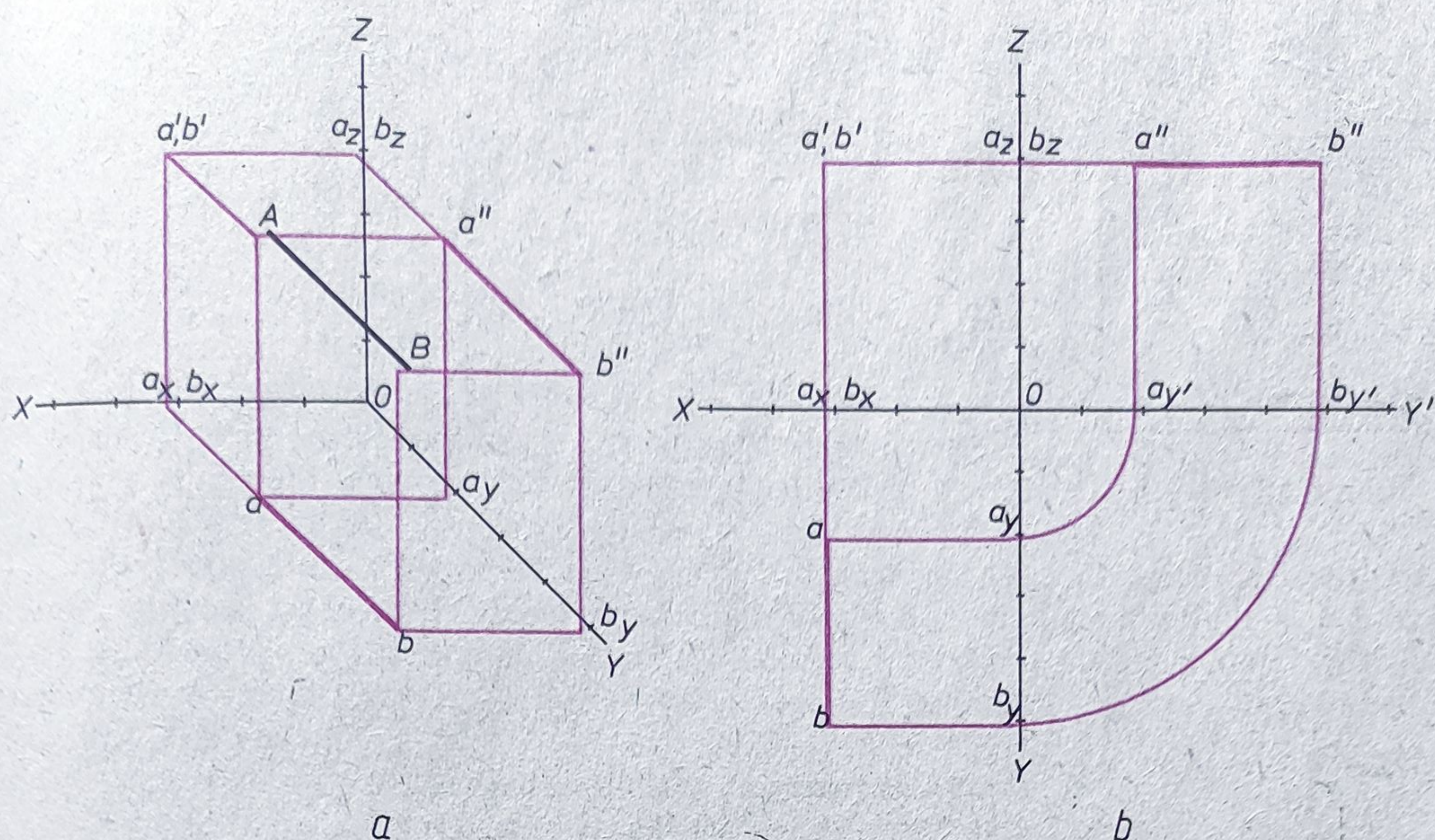


Fig. 5.16. Reprezentarea unei drepte de capăt :

a — perspectivă ; b — epură ; $A (3, 2, 4)$; $B (3, 5, 4)$.

Dreapta de capăt (perpendiculară pe planul vertical) are punctele de cotă egală și de abscisă egală (fig. 5.16, a și b) ; se proiectează în adevărata mărime pe planele orizontal și lateral, proiecțiile pe aceste plane fiind paralele cu dreapta din spațiu și cu axa OY . Proiecția în planul vertical este un punct.

Dreapta fronto-orizontală (perpendiculară pe planul lateral) are punctele de cotă egală și de depărtare egală (fig. 5.17, a și b) ; se proiectează în adevărata mărime pe planele vertical și orizontal, proiecțiile pe aceste plane fiind paralele cu dreapta din spațiu și cu axa OX . Proiecția pe planul lateral este un punct.

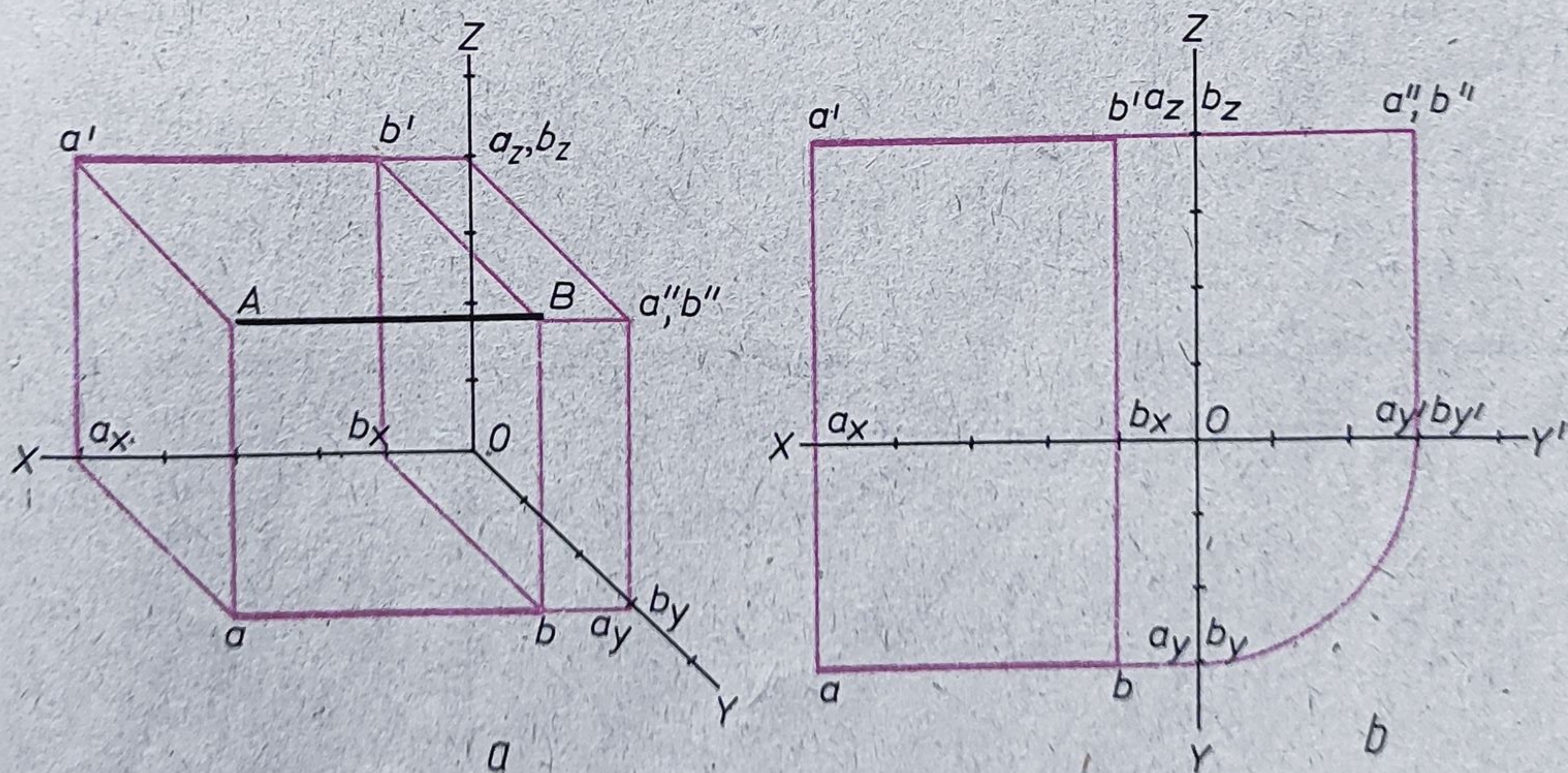


Fig. 5.17. Reprezentarea unei drepte fronto-orizontale :

a — perspectivă ; b — epură ; $A (5, 3, 4)$; $B (1, 3, 4)$.

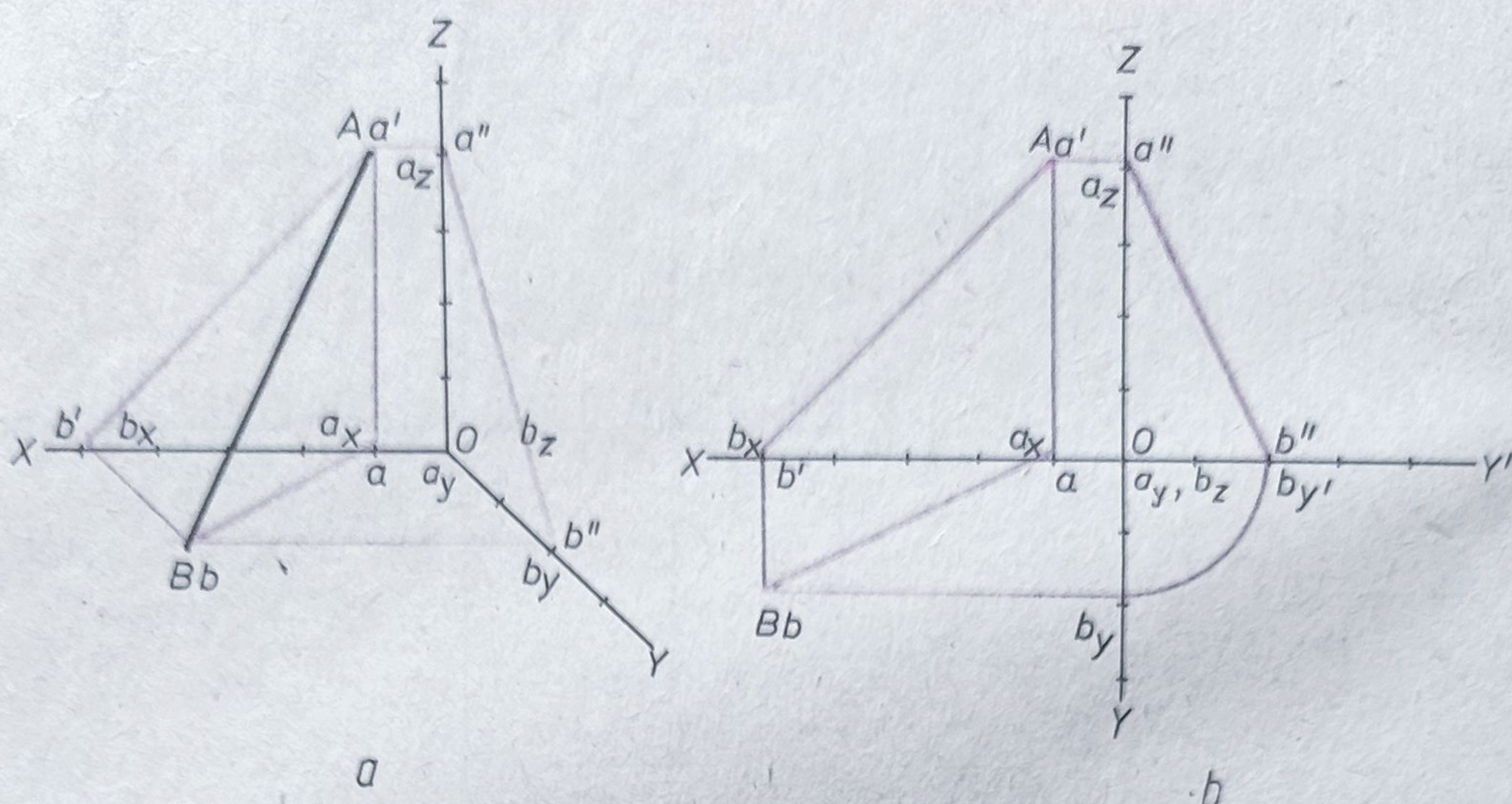


Fig. 5.18. Reprezentarea unei drepte oarecare :
 a — perspectivă ; b — epură ; $A (1, 0, 4)$; $B (5, 2, 0)$.

5.4.3. DREPTE ÎNTR-O POZIȚIE OARECARE

Dreapta într-o poziție oarecare este înclinată față de toate planele de proiecție (fig. 5.18).

5.4.4. DREPTE CONȚINUTE ÎN PLANELE DE PROIECȚIE

Proiecția dreptei în planul în care este conținută se confundă cu dreapta ; proiecțiile pe celelalte două plane se găsesc pe axele de coordonate.

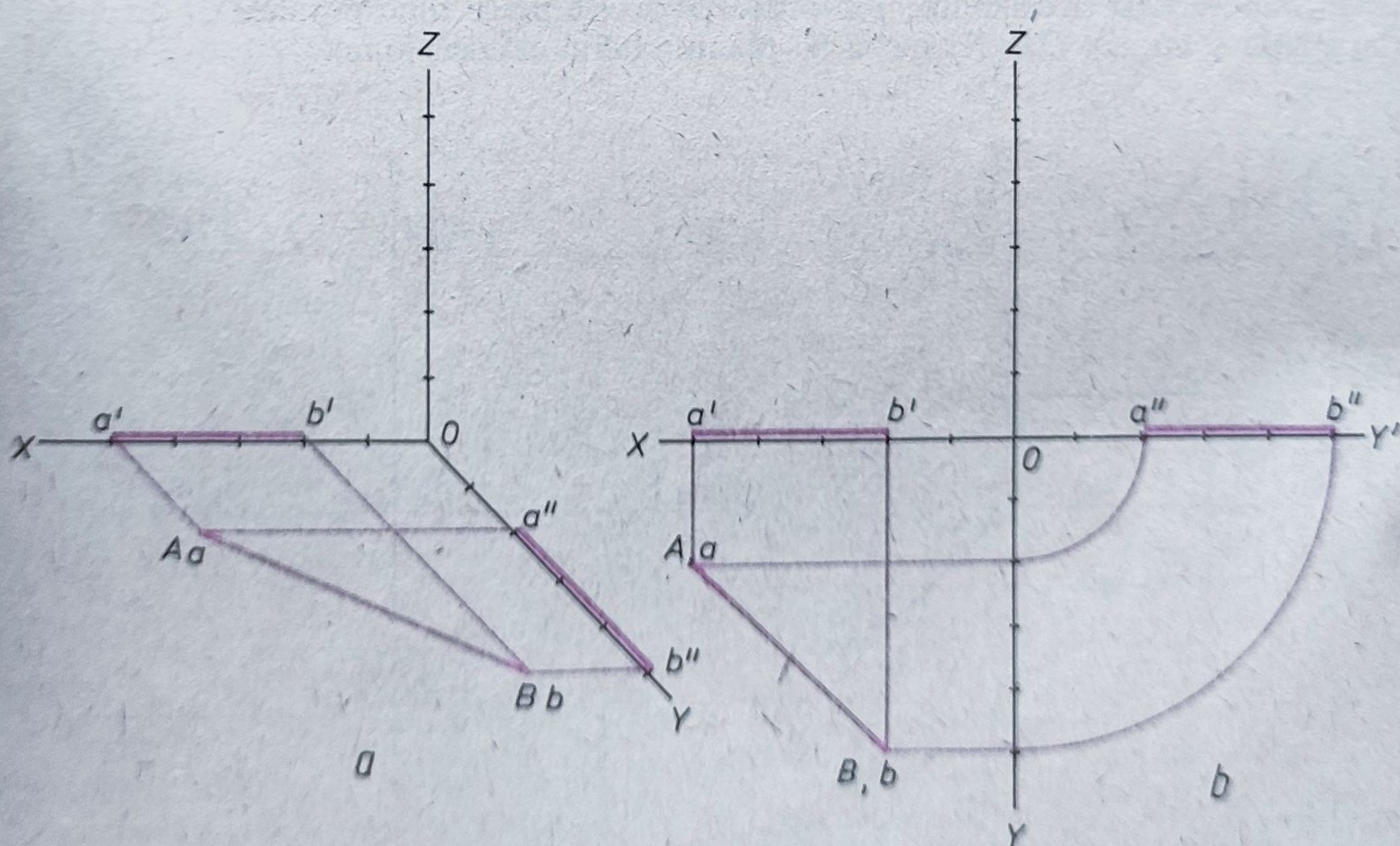


Fig. 5.19. Reprezentarea unei drepte conținute în planul orizontal :
 a — perspectivă ; b — epură ; $A (5, 2, 0)$; $B (2, 5, 0)$.

În figura 5.19, *a* și *b* este reprezentată o dreaptă conținută în planul orizontal de proiecție.

Proiecțiile dreptei conținute în planul vertical sau lateral se obțin în mod asemănător.

5.5. REPREZENTAREA PLANULUI

Un plan se reprezintă în proiecție prin elementele geometrice care îl determină și anume: trei puncte necoliniare, o dreaptă și un punct exterior ei, două drepte concurente, două drepte paralele. În general, sunt folosite dreptele după care planul dat se intersectează cu planele de proiecție — *urmele planului*.

Intersecția unui plan oarecare cu un plan de proiecție sau cu axele de coordonate se notează cu două litere: o literă mare identică cu notarea planului dat și o literă mică corespunzătoare planului de proiecție intersectat sau axei de coordonate intersectate (de exemplu: Ph — urma planului P pe planul H ; Px — intersecția planului P cu axa OX).

Un plan poate avea față de planele de proiecție următoarele poziții:

— perpendicular pe un plan de proiecție (înclinat față de celelalte două plane de proiecție);

— paralel cu un plan de proiecție (perpendicular pe celelalte două plane de proiecție);

— în poziție oarecare față de planele de proiecție (înclinat față de toate planele de proiecție).

5.5.1. PLANE PERPENDICULARE PE UN PLAN DE PROIECȚIE

Planul vertical (perpendicular pe planul orizontal, fig. 5.20) are urme pe planele vertical (Pv) și lateral (Pl), perpendiculare pe axele OX și respectiv OY și paralele cu axa OZ . Orice element cuprins în acest plan se proiectează în planul orizontal de proiecție, pe urma Ph .

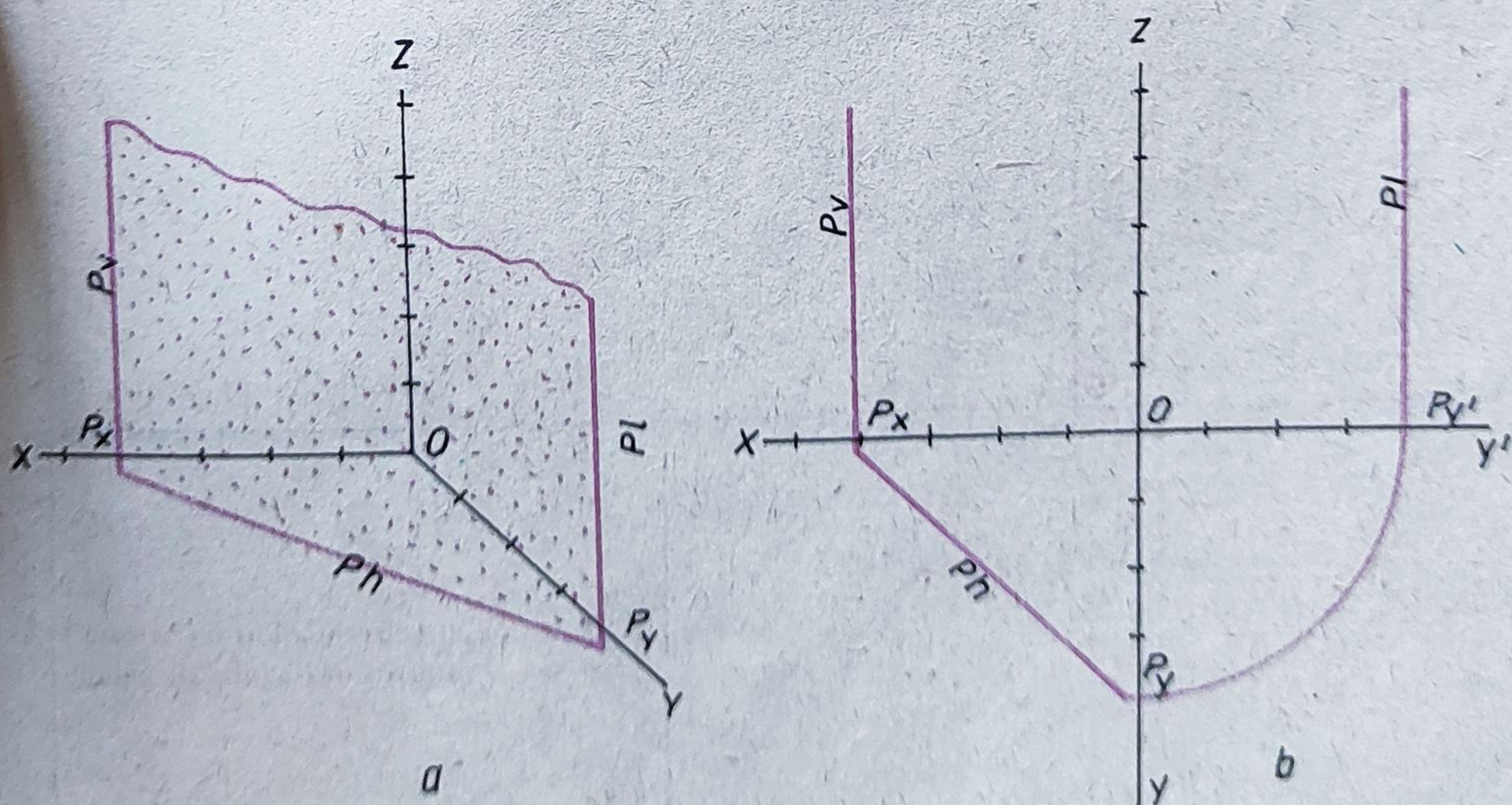


Fig. 5.20. Reprezentarea unui plan vertical:

a — perspectivă; *b* — opură; $Px = 4$; $Py = 4$; $Pz = \infty$.

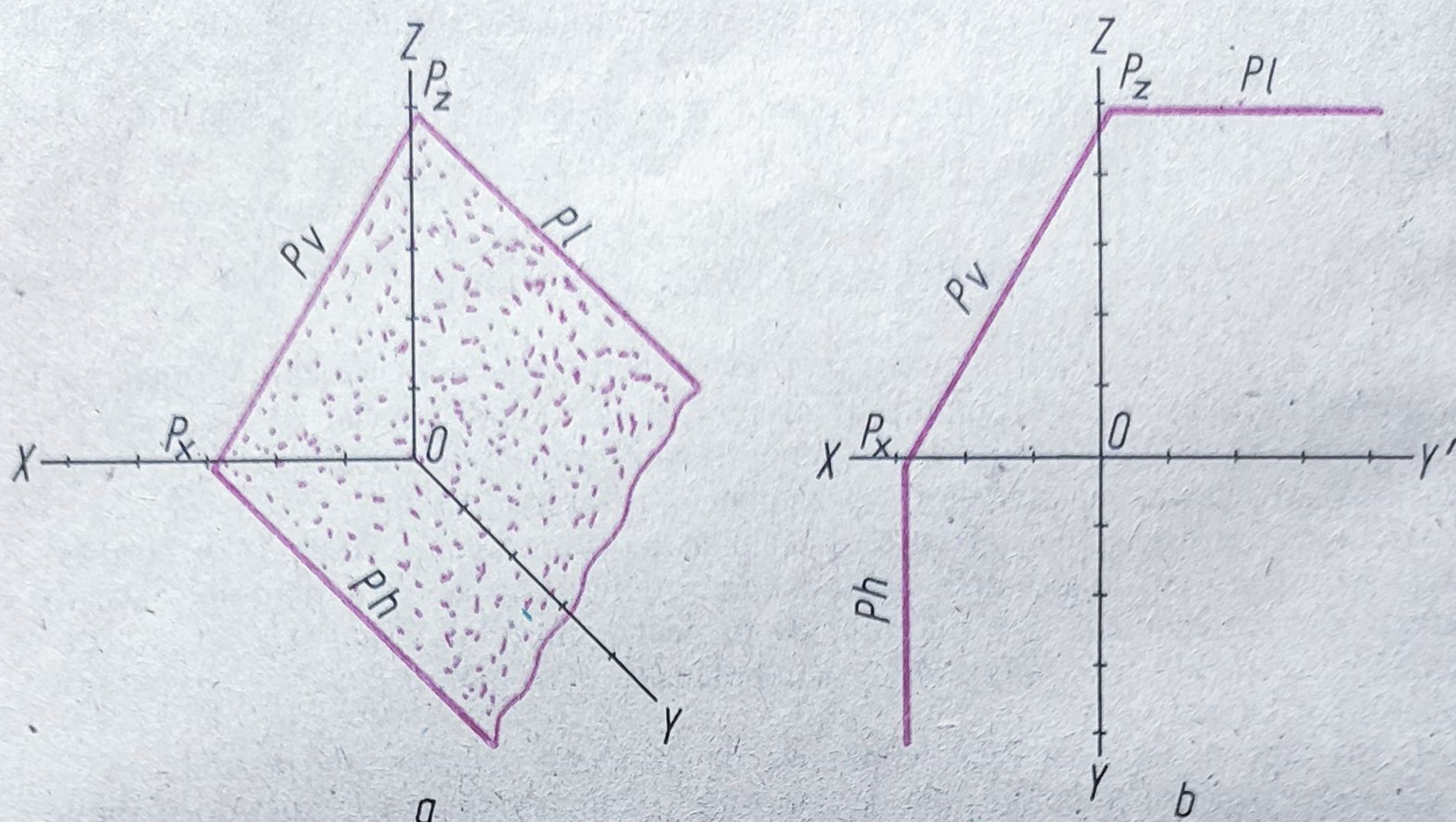


Fig. 5.21. Reprezentarea unui plan de capăt :
 a — perspectivă ; b — epură ; $P_x = 3$; $P_y = \infty$; $P_z = 5$.

Planul de capăt (perpendicular pe planul vertical, fig. 5.21) are urmele Ph și Pl perpendiculare pe axele OX și respectiv OZ și paralele cu axa OY . Elementele cuprinse în acest plan se proiectează pe urma verticală P_v .

Planul perpendicular pe planul lateral (fig. 5.22) are urmele P_v și Ph perpendiculare pe axele OZ și respectiv OY și paralele cu axa OX . Elementele cuprinse în acest plan se proiectează pe planul lateral pe urma Pl .

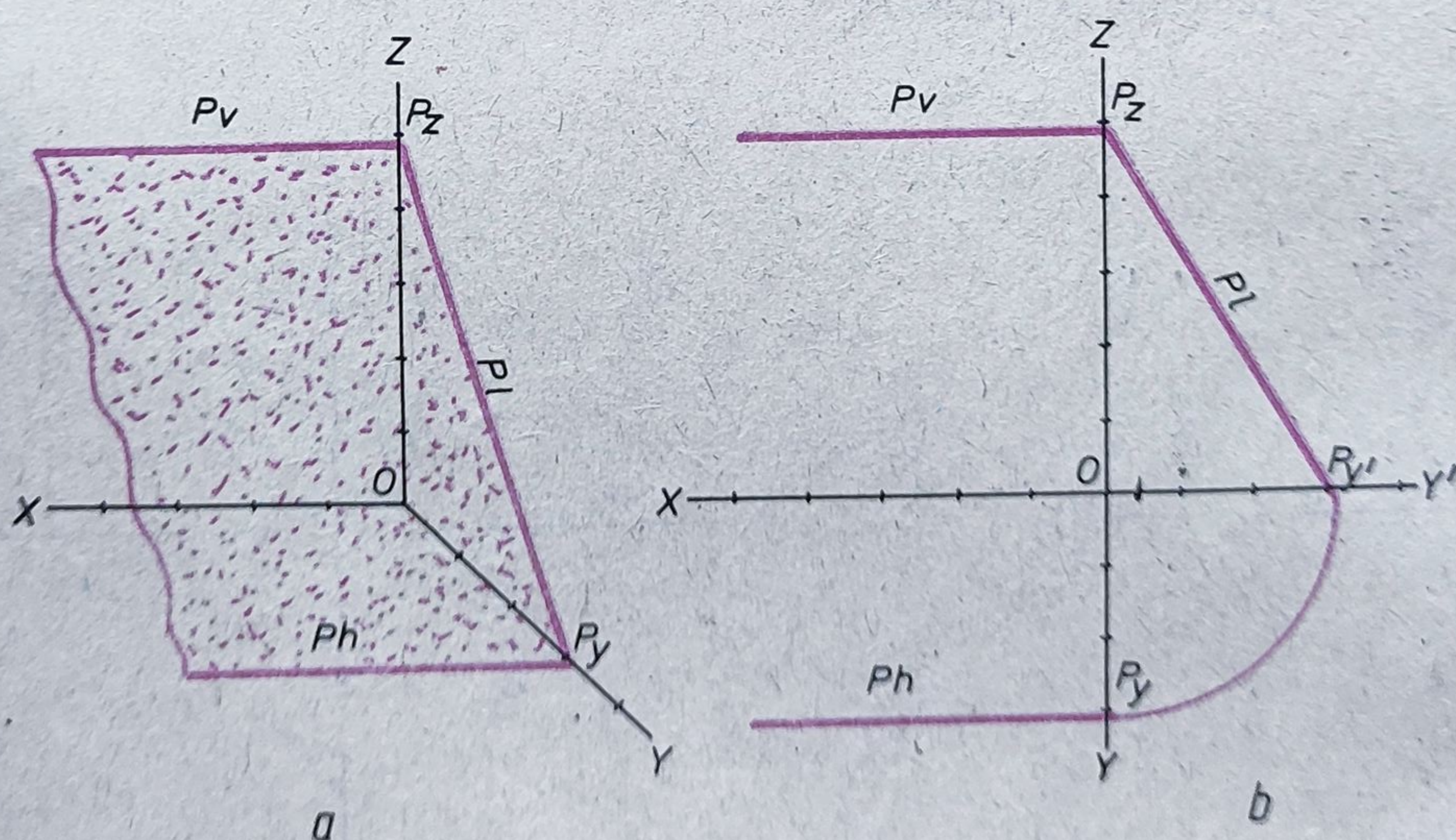


Fig. 5.22. Reprezentarea unui plan perpendicular pe planul lateral :
 a — perspectivă ; b — epură ; $P_x = \infty$; $P_y = 3$; $P_z = 5$.

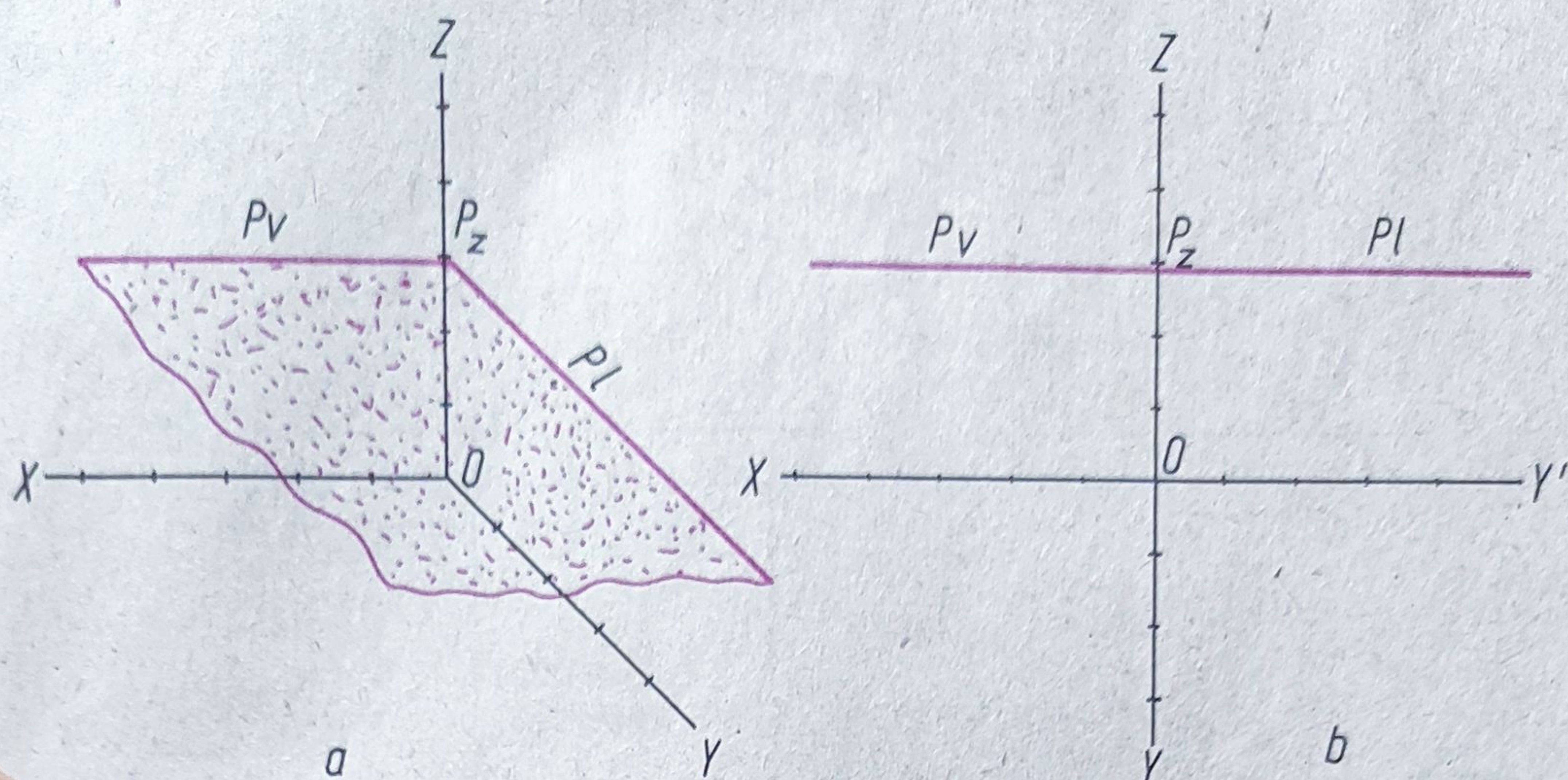


Fig. 5.23. Reprezentarea unui plan de nivel :

a — perspectivă ; b — epură ; $P_x, P_y = \infty$; $P_z = 3$.

5.5.2. PLANE PARALELE CU UN PLAN DE PROIECȚIE

Planul de nivel (paralel cu planul orizontal, fig. 5.23) este un plan perpendicular pe planele vertical și lateral ; urmele P_v și P_l sunt perpendiculare pe axa OZ și paralele cu axele OX și OY . Elementele cuprinse în planul de nivel se proiectează în planul orizontal, în adevărata mărime, iar în celelalte două plane, pe urmele P_v și P_l .

Planul frontal (paralel cu planul vertical, fig. 5.24) este un plan perpendicular pe planele orizontal și lateral ; urmele P_h și P_l sunt perpendiculare pe axa OY și paralele la axele OX și respectiv OZ . Elementele cuprinse în planul frontal se proiectează în adevărata mărime pe planul vertical și pe urmele P_h și P_l pe celelalte două plane.

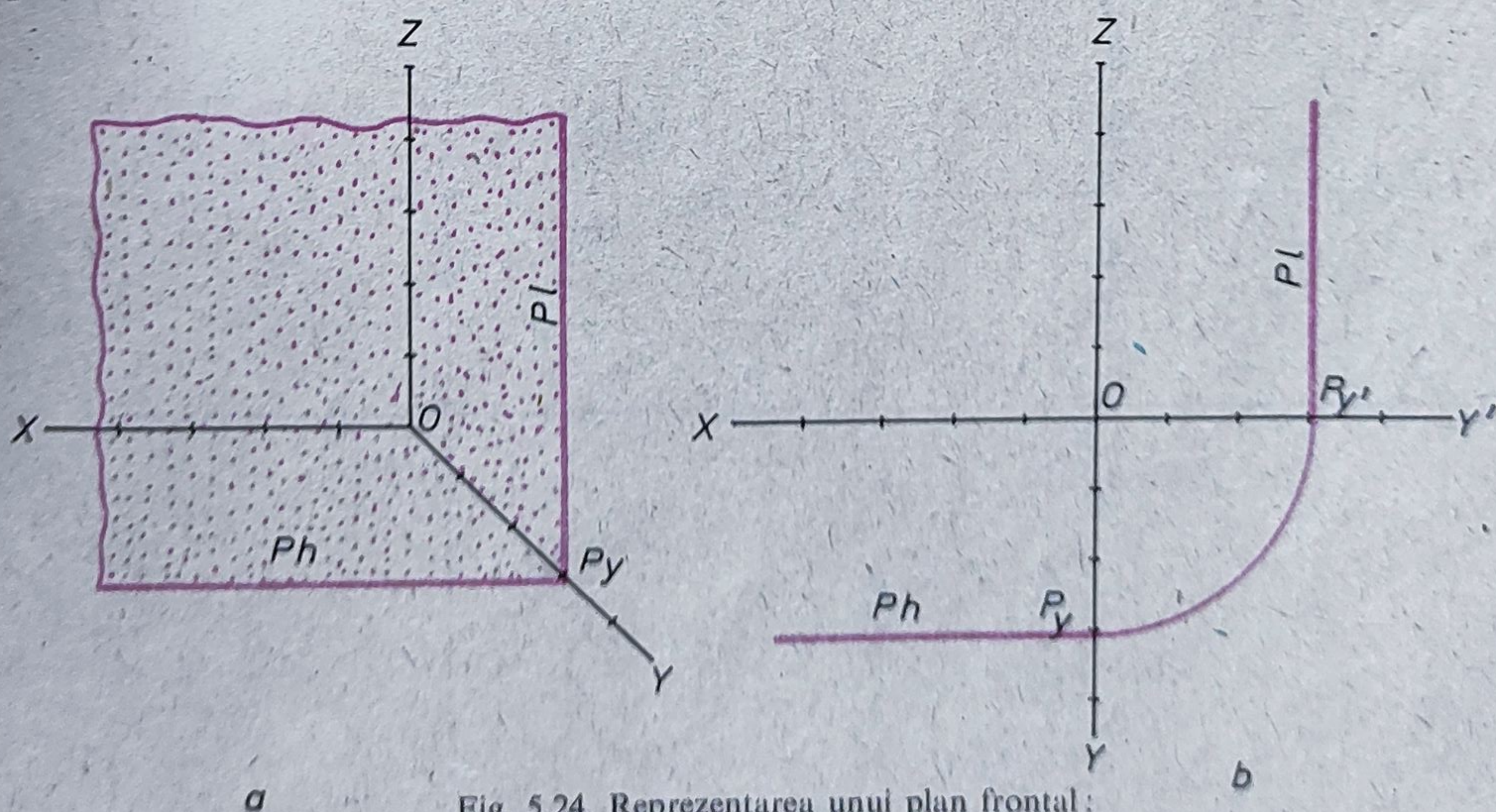


Fig. 5.24. Reprezentarea unui plan frontal :

a — perspectivă ; b — epură ; $P_x = \infty$; $P_z = \infty$.

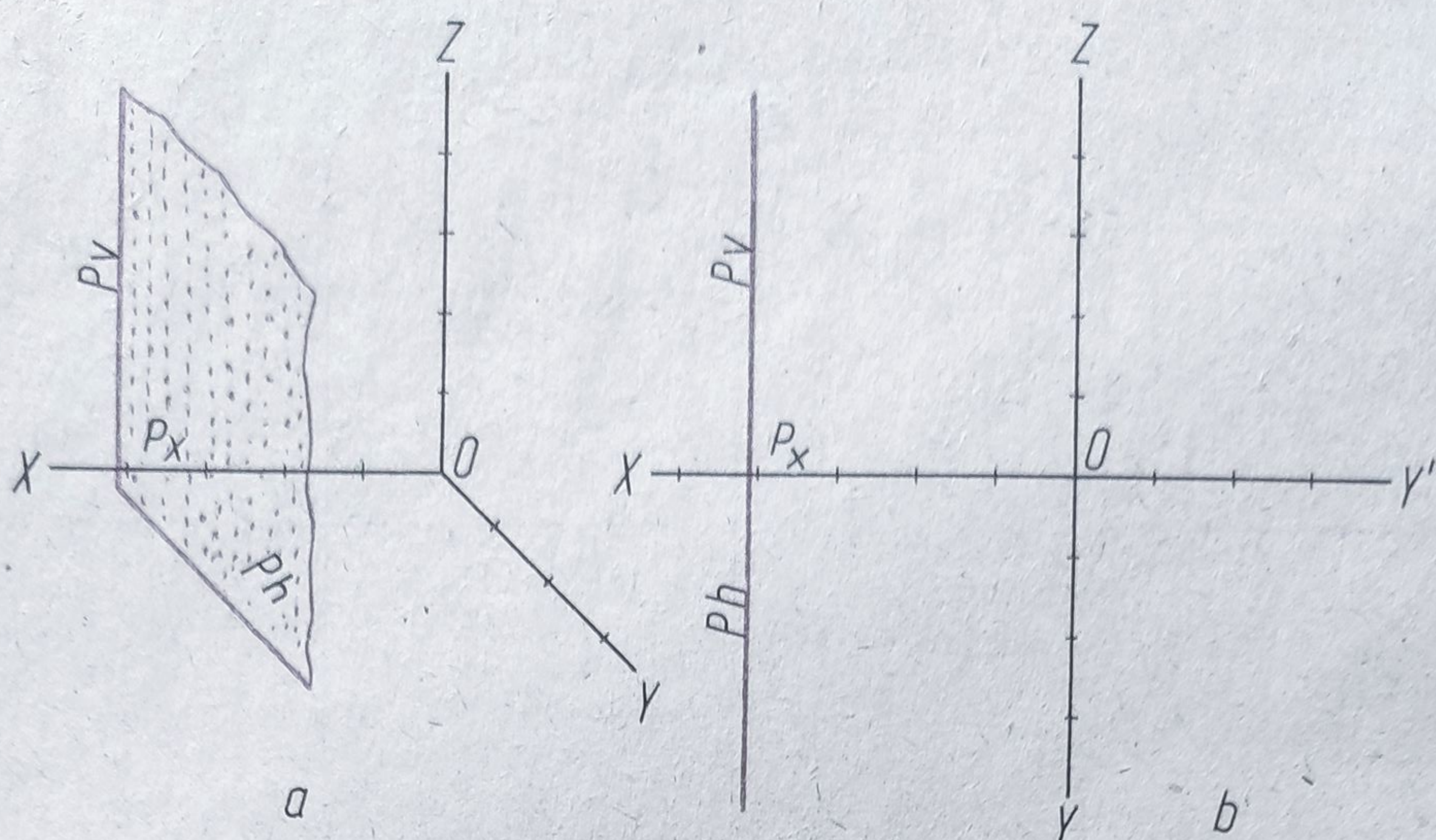


Fig. 5.25. Reprezentarea unui plan de profil :
 a — perspectivă ; b — epură $P_x = 4$; $P_y, P_z = \infty$.

Planul de profil (paralel cu planul lateral, fig. 5.25, a și b) este un plan perpendicular pe planele orizontal și vertical ; urmele Ph și Pv sunt perpendiculare pe axa OX și paralele cu axele OY și OZ . Elementele cuprinse în planul de profil se proiectează în adevărata mărime pe planul lateral și pe urmele Ph și Pv pe celelalte două plane.

Planele paralele și perpendiculare pe planele de proiecție ale triedrului se folosesc în desenul de construcții pentru determinarea secțiunilor prin construcții și elemente de construcții.

5.5.3. PLANUL ÎN POZIȚIE OARECARE

Intersectând toate cele trei axe ale triedrului de proiecție, planul într-o poziție oarecare nu are nici o particularitate în ceea ce privește poziția sa față de cele trei plane de proiecție (fig. 5.26).

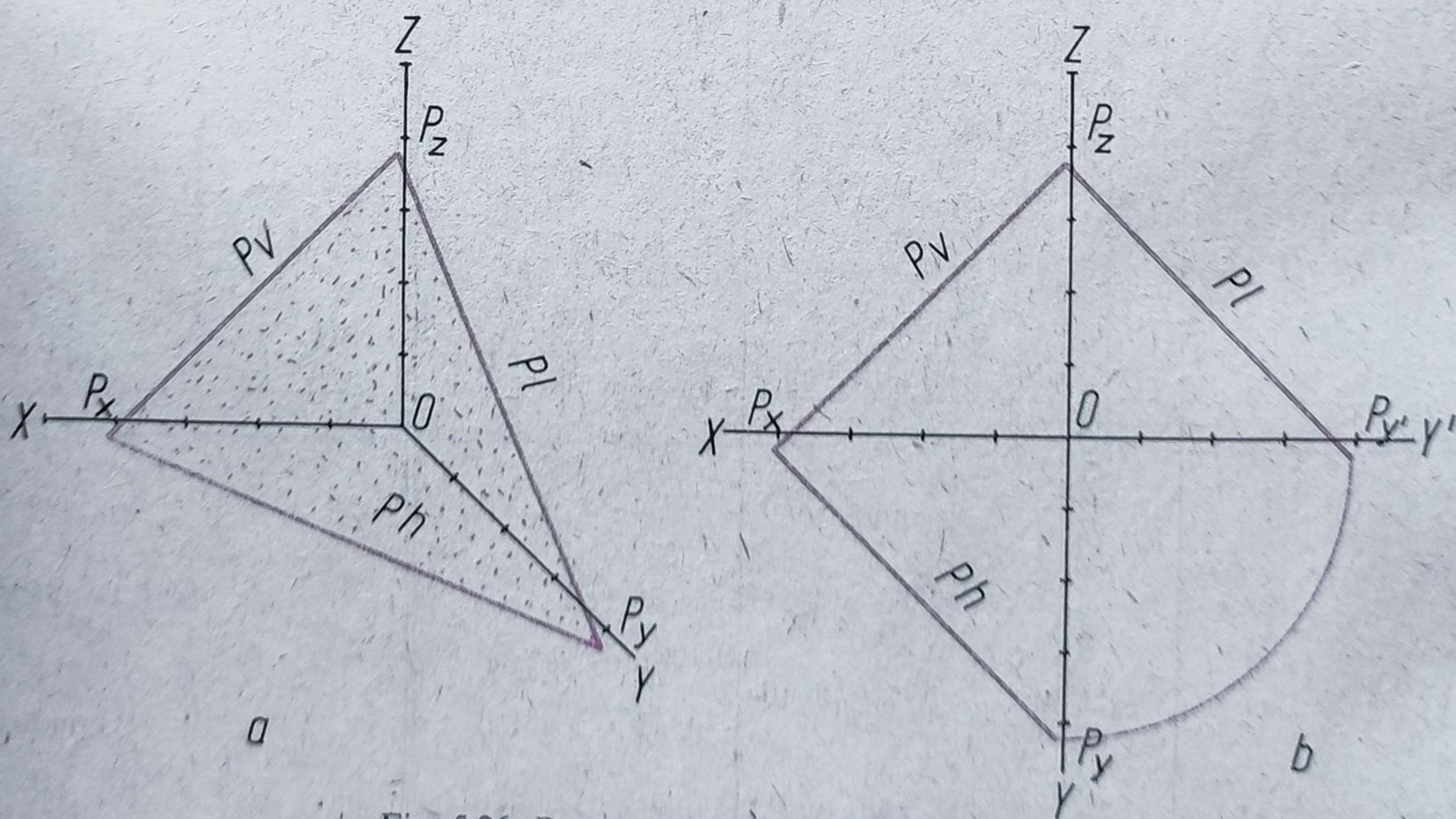


Fig. 5.26. Reprezentarea unui plan oarecare :
 a — perspectivă ; b — epură ; $P_x = 4$; $P_y = 4$; $P_z = 4$.

5.6. REPREZENTAREA ÎN PROIECȚIE A FIGURILOR GEOMETRICE PLANE

Reprezentarea figurilor geometrice plane (triunghi, patrulater, cerc) se realizează prin reprezentarea punctelor caracteristice ale fiecărei figuri.

5.6.1. REPREZENTAREA TRIUNGHIULUI

Reprezentându-se în perspectivă și epură (fig. 5.27), pe planele de proiecție, un triunghi cu coordonatele vârfurilor cunoscute — $A(4, 4, 0)$; $B(5, 4, 4)$; $C(0, 4, 4)$ se observă că punctele A, B, C , având aceeași depărtare, sunt cuprinse într-un plan frontal. Triunghiul se proiectează în adevărata mărime pe planul vertical (laturile figuri din spațiu vor fi paralele cu laturile proiecției din planul vertical). Proiecțiile pe planele orizontal și lateral vor fi segmente de dreaptă.

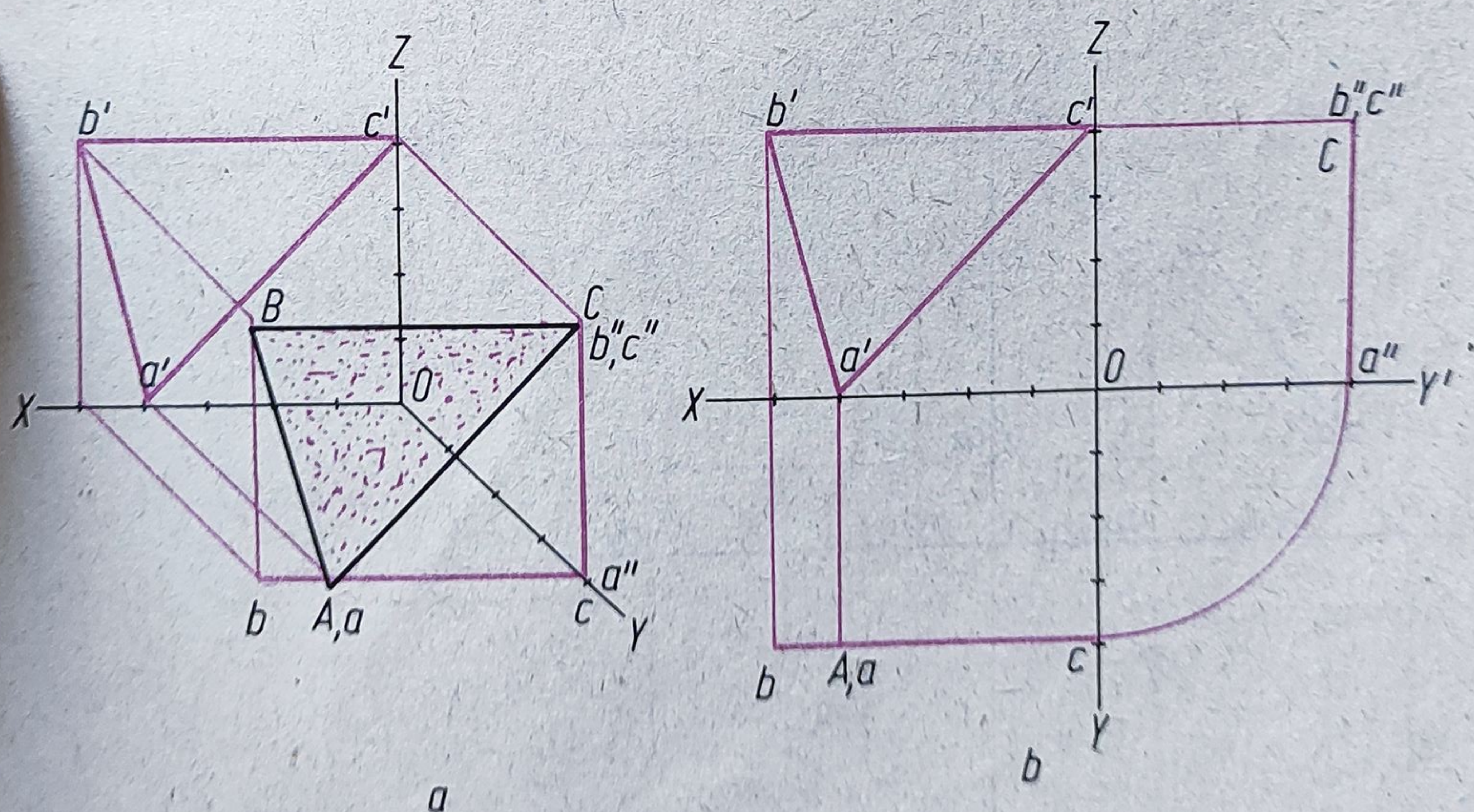


Fig. 5.27. Reprezentarea unui triunghi:
 a — perspectivă; b — epură.

5.6.2. REPREZENTAREA PĂTRATULUI

Se reprezintă grafic un pătrat situat într-un plan de capăt, având laturile paralele cu urmele acestui plan pe planele de proiecție (fig. 5.28).

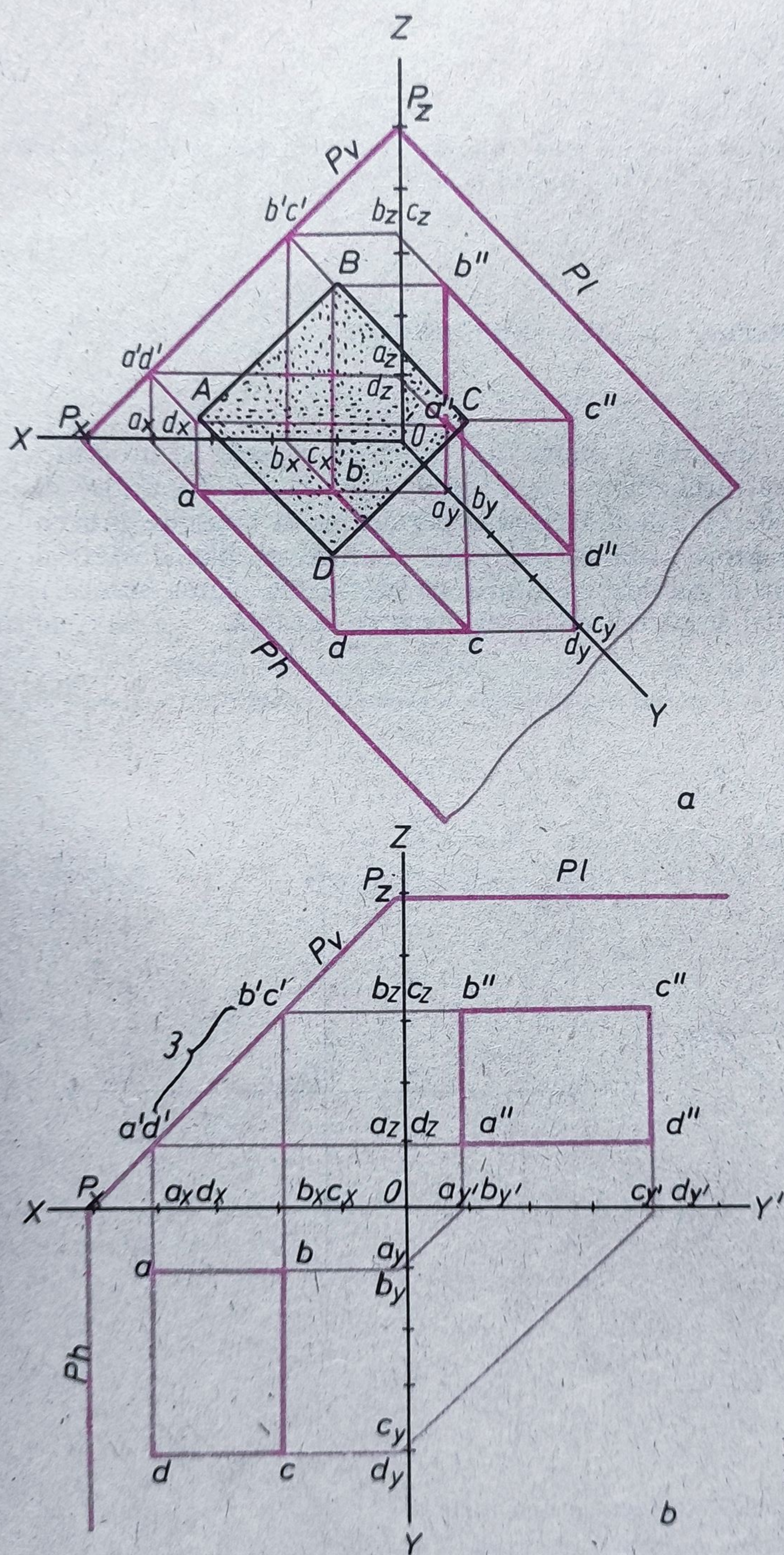


Fig. 5.28. Reprezentarea unui pătrat situat într-un plan de capăt :
a — perspectivă ; b — epură.

Sunt date : $P_x (5, 0, 0)$; $P_z (0, 0, 5)$; latura pătratului $AB = 3$; un vârf $A (4, 1, 1)$. Latura pătratului se proiectează în adevărata mărime pe urma P_v a planului de capăt din planul vertical de proiecție, precum și pe proiecțiile muchiilor paralele cu axa OY , din planele orizontal și lateral. Se reprezintă punctele P_x , P_z și A , în perspectivă și epură : se trasează mărimea laturii pe urma P_v ; se duc liniile de ordine respective și pe linia de ordine ce trece prin a , paralelă cu urma Ph , se trasează din a latura pătratului.

5.6.3. REPREZENTAREA CERCULUI

Se reprezintă grafic un cerc situat într-un plan vertical (fig. 5.29), fiind cunoscute : $P_x (6, 0, 0)$; $P_y (0, 4, 0)$; $O (3, 2, 5)$; raza $R = 2$.

Se trasează urmele planului vertical în epură, pe planele de proiecție ; se reprezintă centrul O prin proiecțiile O , O' , O'' . Cercul fiind situat într-un plan vertical, va avea diametrul CD pe o dreaptă verticală (proiectat în adevărata mărime pe planul vertical), iar diametrul AB pe o dreaptă de nivel (proiectat în adevărata mărime pe urma Ph). Se trasează prin O' diametrul vertical ($o'c' = o'd' = R$). Se trasează pe urma Ph diametrul ab ($ao = ob = R$). Se determină proiecția $a'b'$ în planul vertical, apoi proiecțiile respective în planul lateral. Pentru reprezentarea unor puncte suplimentare pe cerc, se procedează astfel : se duce prin diametrul AB al cercului un plan de nivel (paralel cu planul orizontal de proiecție) ; se rotește cercul situat în planul vertical P , în jurul diametrului AB până ajunge pe planul de nivel ; în această poziție cercul se proiectează în adevărata mărime pe planul orizontal de proiecție. Se aleg punctele pe cerc și se construiesc proiecțiile în epură în raport de distanța lor reală la diametrul AB .

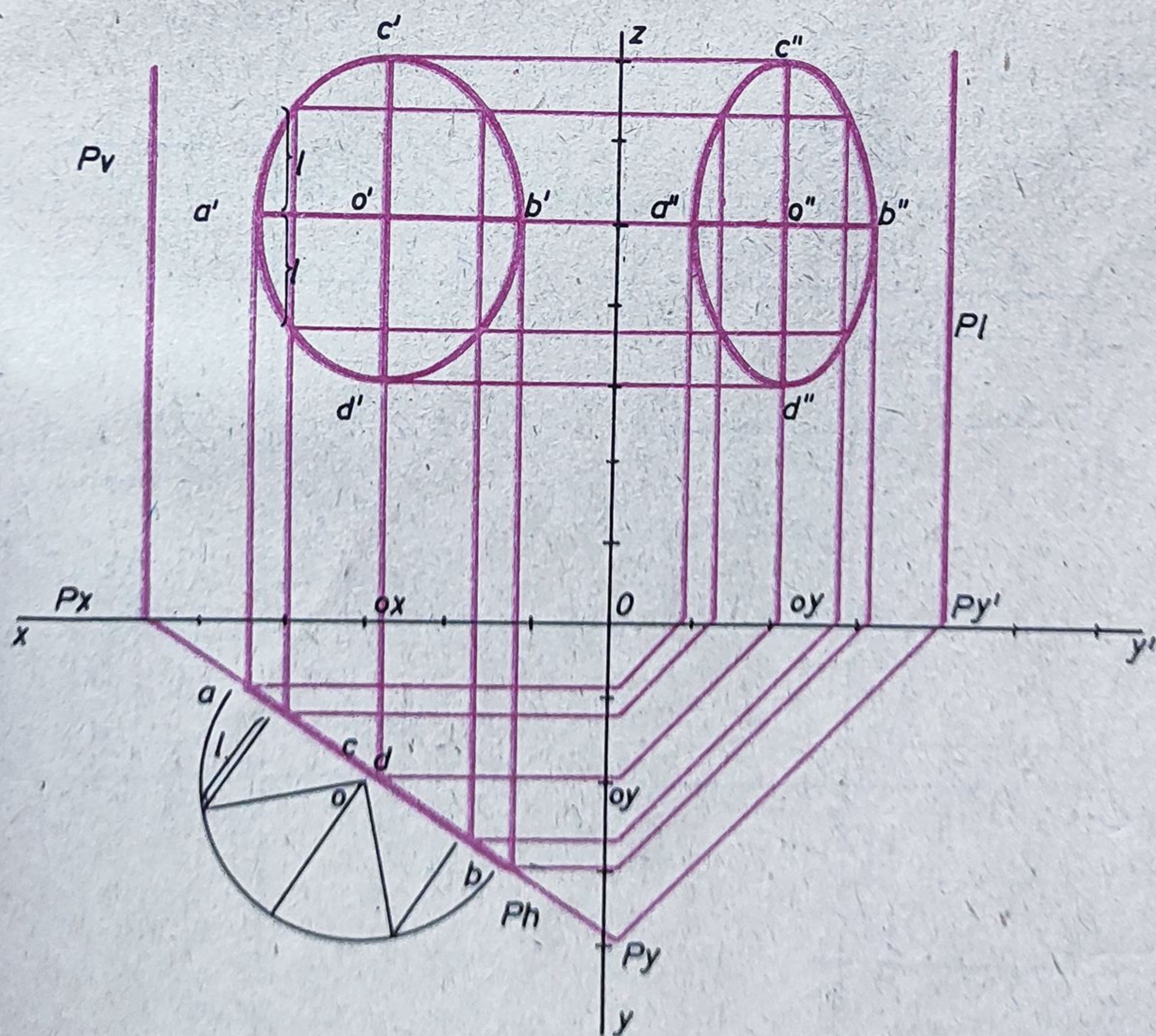


Fig. 5.29. Reprezentarea în epură a unui cerc situat într-un plan vertical.

Aplicații

1. În fiecare din figurile 5.30, $a..f$ se află reprezentată în epură câte o figură plană, în proiecția pe două plane. Se cere a se construi proiecția ce lipsește în fiecare caz și a se preciza apoi poziția figurii respective față de planele de proiecție.

Indicație : De exemplu, în epura din figura 5.30, a se observă că se află reprezentat un triunghi; cele trei vârfuri ale sale au aceeași abscisă, ceea ce înseamnă că triunghiul se află într-un plan de profil (paralel cu planul L). Pentru celelalte cazuri se procedează analog, analizând coordonatele de același fel ale vârfurilor.

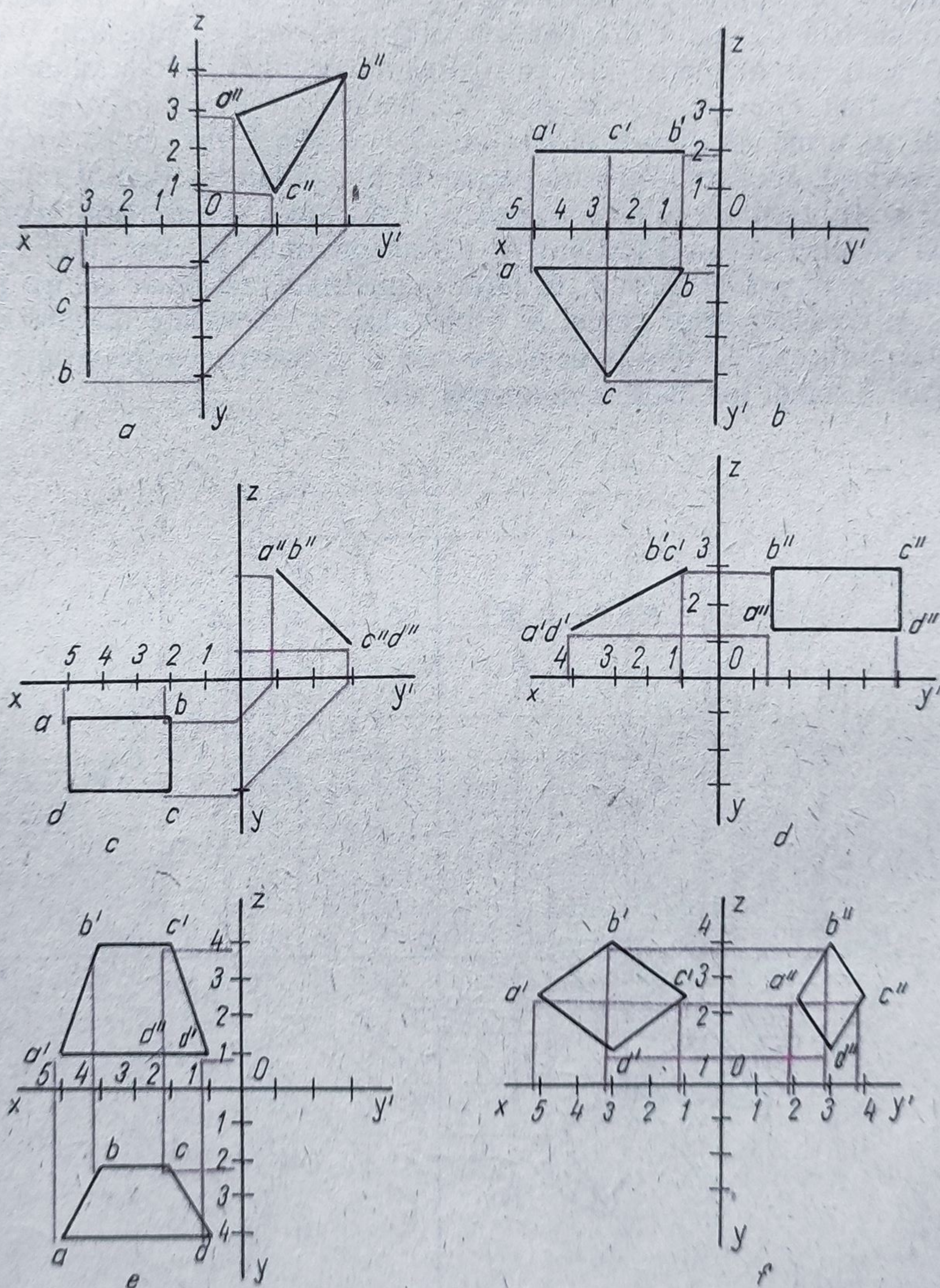


Fig. 5.20. Reprezentare în epură, în proiecție pe două plane, a unor figuri plane.

2. Pentru fiecare din epurele figurilor plane, completate așa cum se cere în aplicația precedentă, se va analiza care sunt elementele ce apar în epură în adevărata lor mărime și pe care din proiecțiile sale se pot măsura. Pentru aceasta se va folosi unitatea de măsură în care sunt gradate axele.

Indicație : Analizând — de exemplu — epura din figura 5.30, *a*, deoarece triunghiul este situat într-un plan paralel cu planul L , rezultă că proiecția laterală este și adevărata mărime a figurii.

3. Un plan perpendicular pe planul vertical, determinat de intersecțiile cu axele OX și OZ ($P_x = 3$; $P_z = 4$) conține un triunghi cu vârfurile având următoarele coordonate : $A(3, 1, 0)$; $B(3, 5, 0)$; $C(0, 3, 4)$.

Să se reprezinte pe cele trei plane de proiecție, în perspectivă și epură, planul P și triunghiul ABC . Să se calculeze suprafața triunghiului (unitățile se iau în cm).

4. Un plan perpendicular pe planul lateral, determinat de coordonatele $P_y = 4$; $P_z = 4$, conține un triunghi cu vârful A pe urma Ph la $x = 4$; vârful B pe urma Pv la $x = 4$; vârful C la mijlocul urmei Pl . Să se reprezinte în perspectivă și epură planul P și triunghiul ABC . Să se stabilească coordonatele vârfurilor triunghiului.

5. Un plan P paralel cu planul orizontal, determinat de intersecția cu axa OZ , $P_z = 4$, conține două din vârfurile unui triunghi isoscel : A pe urma Pv la $x = 4$; B pe urma Pl la $y = 3$. Al treilea vârf C are coordonatele 3, 3, 0. Să se reprezinte în perspectivă și epură planul P și triunghiul ABC . Să se precizeze proiecțiile care reprezintă adevărata mărime a laturilor. Să se stabilească care sunt laturile egale și valoarea lor (unitățile se iau în cm).

6. Un plan P paralel cu planul vertical, determinat de intersecția cu axa OY , $P_y = 4$, conține două din vârfurile unui triunghi : A pe urma Ph la $x = 4$; B pe urma Pl la $z = 3$; vârful C are coordonatele 4, 0, 3. Să se reprezinte planul P și triunghiul ABC , în perspectivă și epură. Să se determine valoarea laturilor egale cu ale triunghiului (unitățile se iau în cm).

7. Suprafața înveltoarei din țiglă a acoperișului unui depozit de materiale (fig. 5.31, *a*) are forma dreptunghiulară, cu lungimea L de 12,40 m și lățimea l de 6,00 m ; înclinarea sa față de planul orizontal este de 45° . Să se reprezinte în epură la scara 1 : 200 această suprafață, cu proiecțiile pe cele trei plane. Să se determine dimensiunile suprafeței orizontale a construcției protejată de acest acoperiș.

Indicație : lățimea acoperișului apare în adevărata mărime în planul lateral.

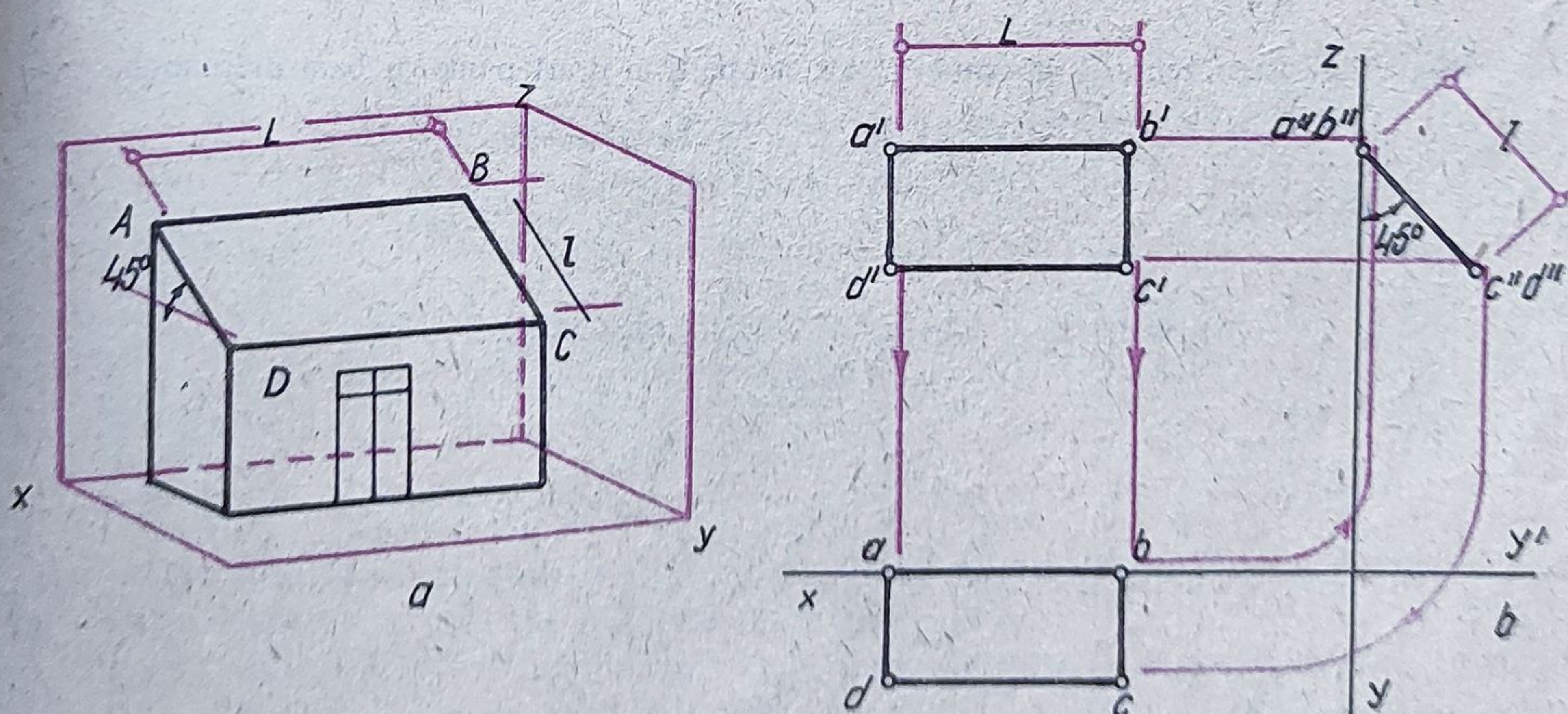


Fig. 5.31. Reprezentarea în epură a suprafeței înveltoarei unui acoperiș.

8. Să se reprezinte în epură și să se determine suprafața acoperișului în două pante al unei construcții (fig. 5.32) având baza un dreptunghi cu laturile 4 și 6 și înălțimea podului egală cu 2 (unitățile se iau în cm).

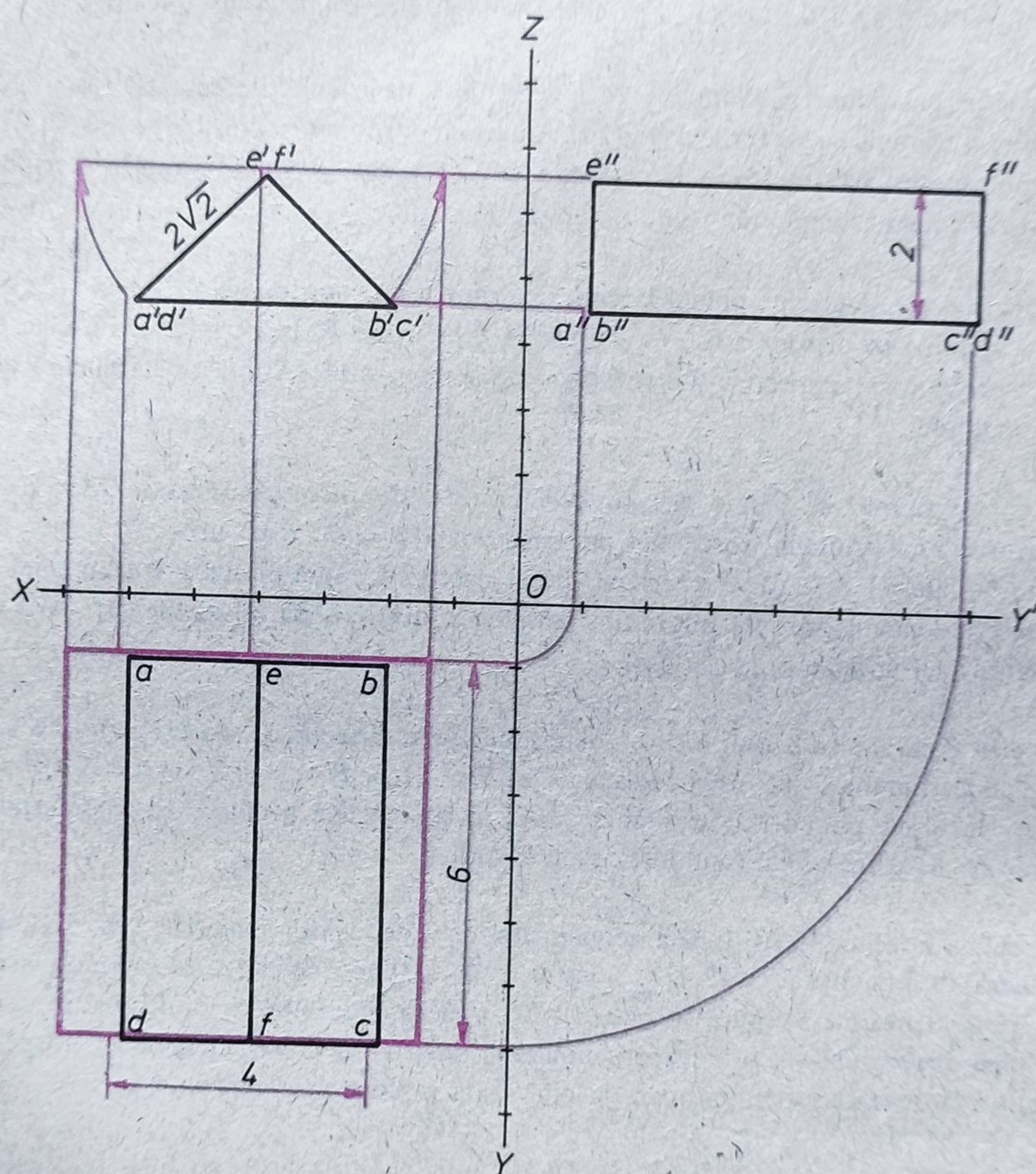


Fig. 5.32. Reprezentarea în epură a unui acoperiș în două pante cu baza dreptunghi.

CAPITOLUL 6

REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA CORPURILOR GEOMETRICE

Obiectele complexe din spațiu sunt alcătuite din suprapuneri sau întrepătrunderi de corpuri geometrice simple, cum sunt poliedrele (prisma, piramida) și corpurile de rotație (cilindrul, conul).

Cunoscându-se proprietățile geometrice și modul de reprezentare în proiecție a poliedrelor și a corpurilor de rotație, se pot întocmi și înțelege proiecțiile pe planele de proiecție ale unor elemente de construcții și instalații (fundații, ziduri, stâlpi, piese de instalații etc.).

Reprezentarea corpurilor geometrice în proiecție se efectuează prin construcția proiecțiilor punctelor lor caracteristice care le determină în spațiu.

Considerându-se opace, corpurile geometrice prezintă, în raport cu poziția observatorului, unele muchii care se văd, ce se trasează cu linii continue groase, și unele muchii care nu se văd, ce se trasează cu linii întrerupte.

Pentru a se obține adevărata formă și mărime a fețelor, corpurile geometrice se așază în poziția lor naturală sau funcțională, pe cât posibil cu muchiile și fețele paralele cu planele de proiecție.

6.1. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA POLIEDRELOR

6.1.1. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA CUBULUI

Fețele cubului din figura 6.1, fiind paralele cu planele de proiecție, se proiectează pe acestea în adevărata mărime (fig. 6.1, *a*, *b*).

Pentru simplificarea lucrului la executarea desenului în perspectivă, unitățile pe axa OY au fost luate în mod convențional egale cu cele de pe axele OZ , OX ; în realitate, unitățile pe axa OY apar micșorate, datorită proiecției oblice a planelor H și L pe planul hârtiei de desen. Din acest considerent, desenul apare însă ușor deformat (mărit) pe direcția OY .

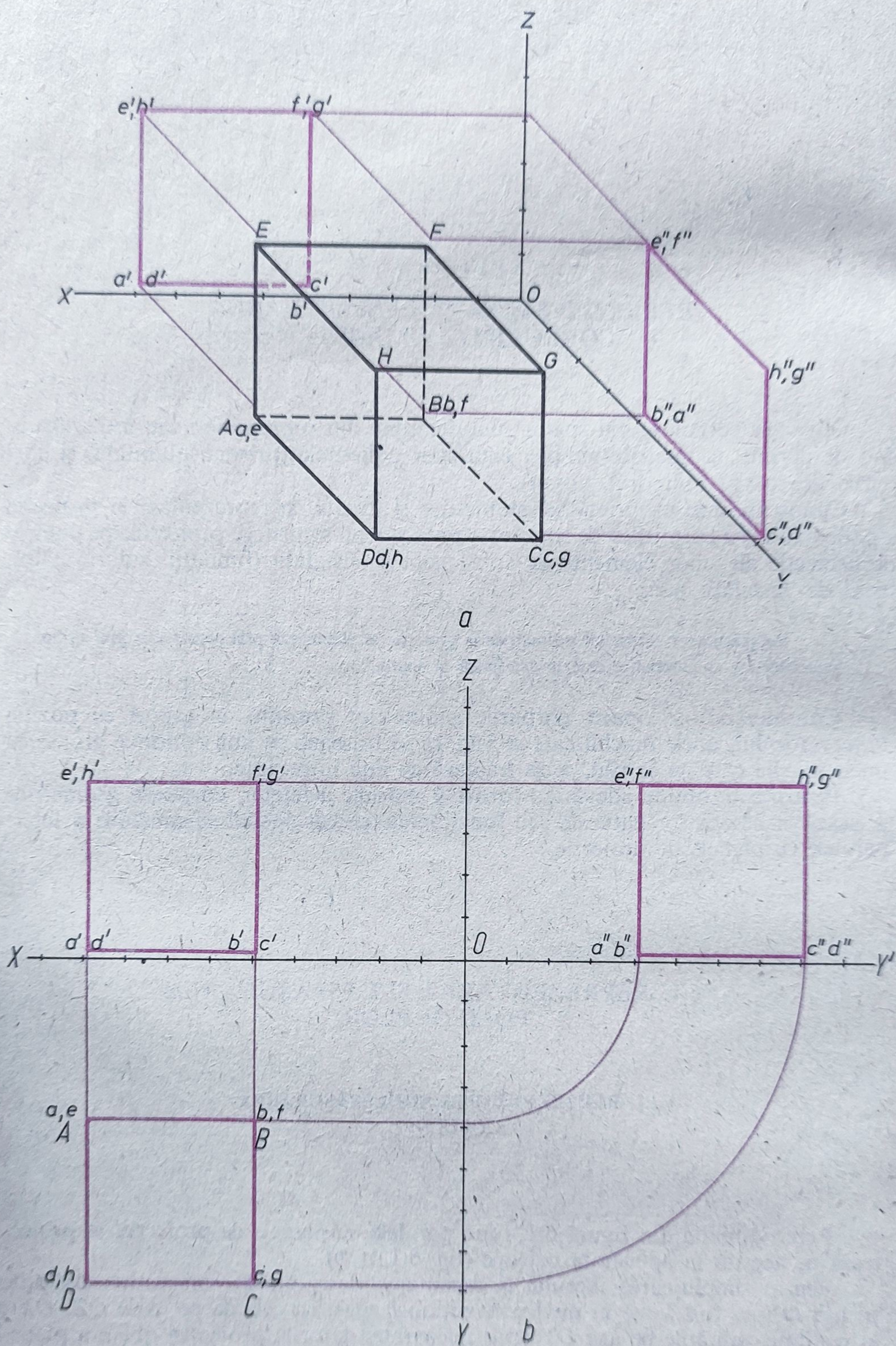


Fig. 6.1. Reprezentarea unui cub :
perspectivă ; b — epură ; $A(9, 4, 0)$; $B(5, 4, 0)$.

Pentru a se obține desfășurarea cubului se alege planul uneia din fețe, de exemplu $ABCD$, drept plan pe care urmează să se facă desfășurarea. Se presupune apoi că se desfac cele cinci fețe, de-a lungul muchiilor și se rotesc (se rabat) pe planul bazei, în jurul liniilor de intersecție (fig. 6.2).

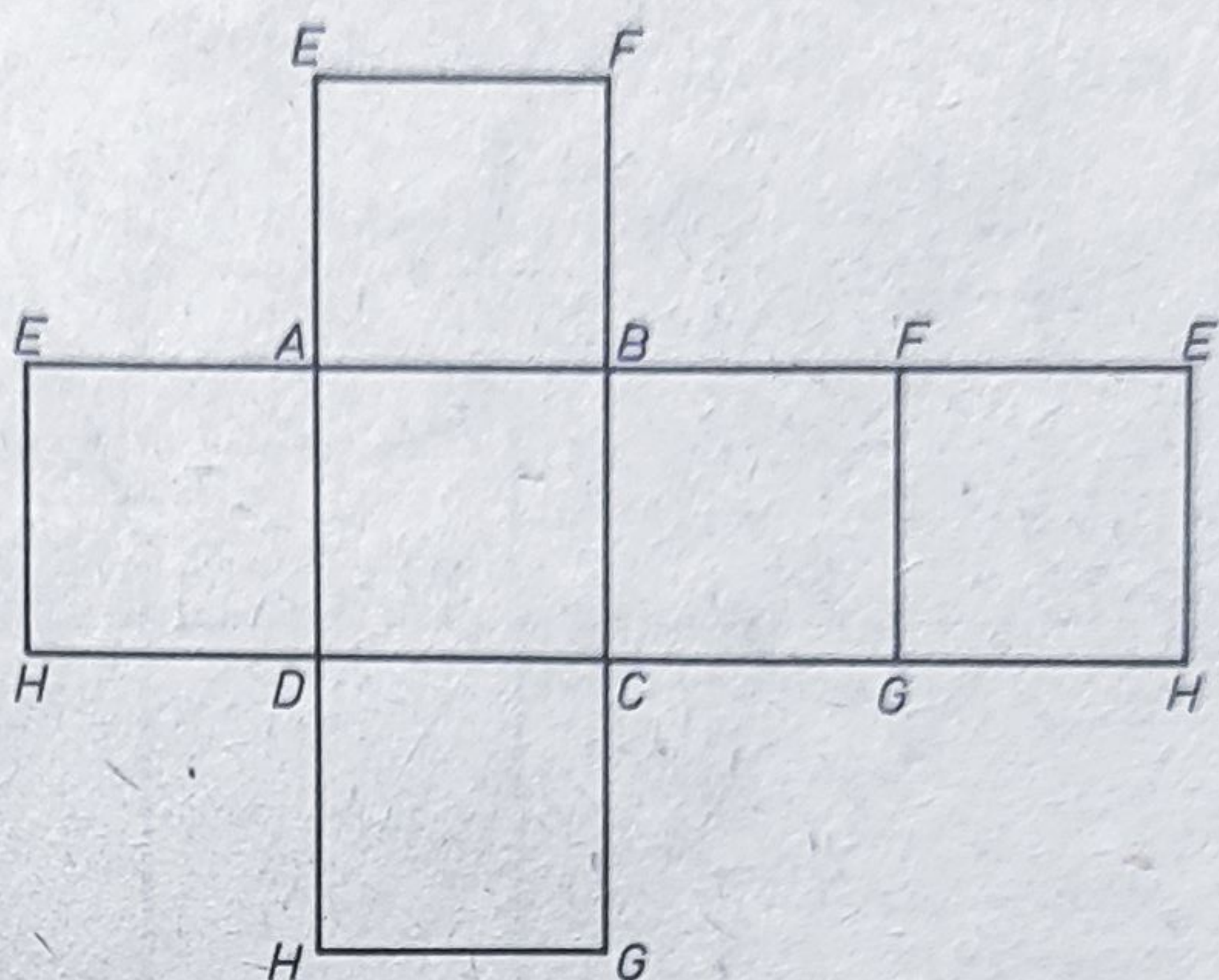


Fig. 6.2. Desfășurarea unui cub.

6.1.2. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA PRISMEI

O prismă dreaptă cu baza cuprinsă în planul orizontal de proiecție se reprezintă ca în figura 6.3. Muchiile verticale AD , BE , CF , fiind paralele cu planele vertical și lateral, se proiectează pe acestea în adevărată mărime. Fețele prismei, fiind perpendiculare pe planul orizontal, se proiectează pe acesta după liniile triunghiului de bază ABC . Pe planele vertical și lateral, fețele prismei se proiectează ca dreptunghiuri cu latura mare egală cu lungimea muchiilor și latura mică variabilă. În epură s-au reprezentat și proiecțiile unui punct de pe fața $ABDE$ a prismei.

Folosindu-se dimensiunile din epură, se poate construi desfășurarea prismei; dimensiunile triunghiului ABC se iau din proiecția orizontală, iar lungimile muchiilor, din proiecția verticală (fig. 6.4).

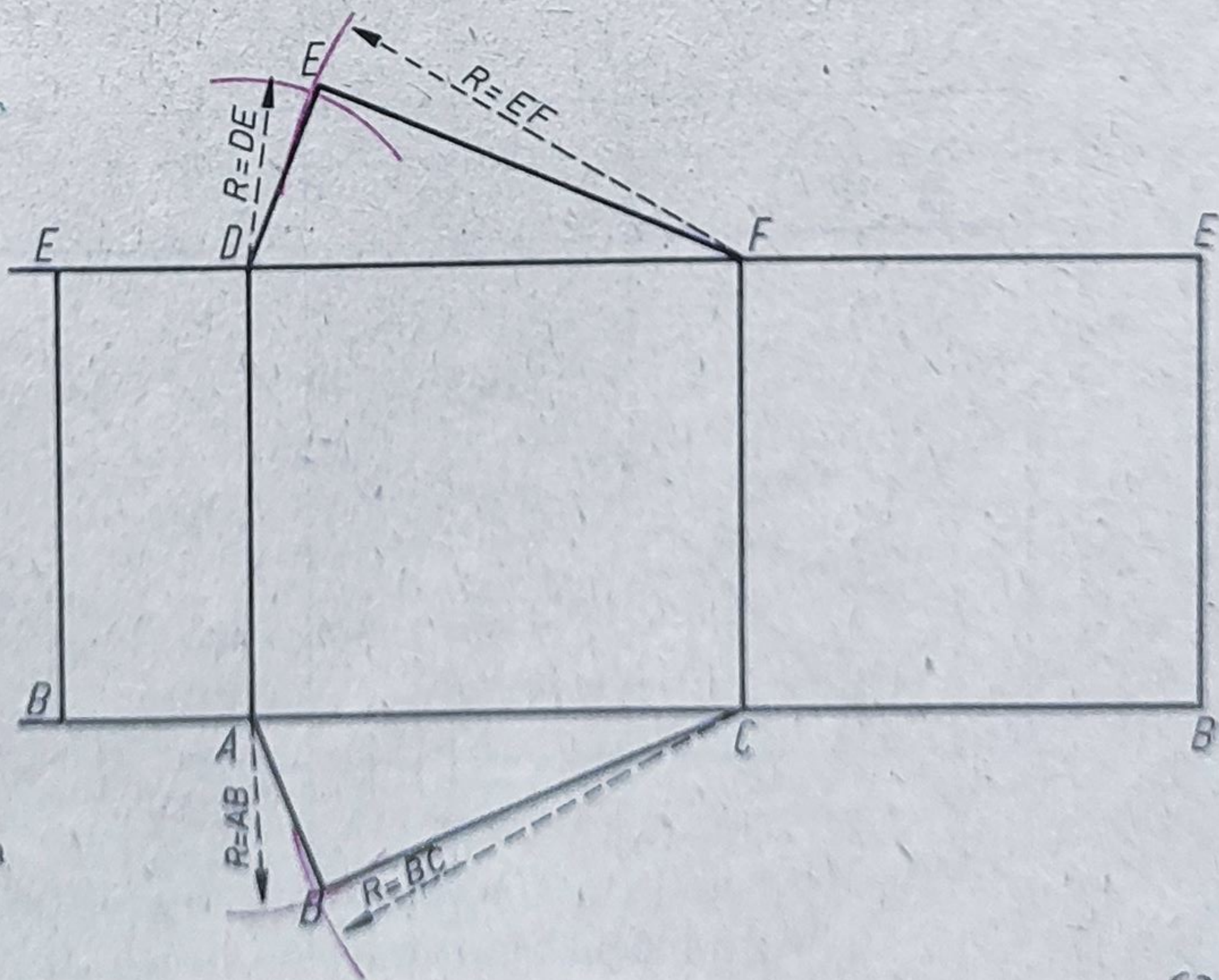


Fig. 6.3. Desfășurarea unei prismei.

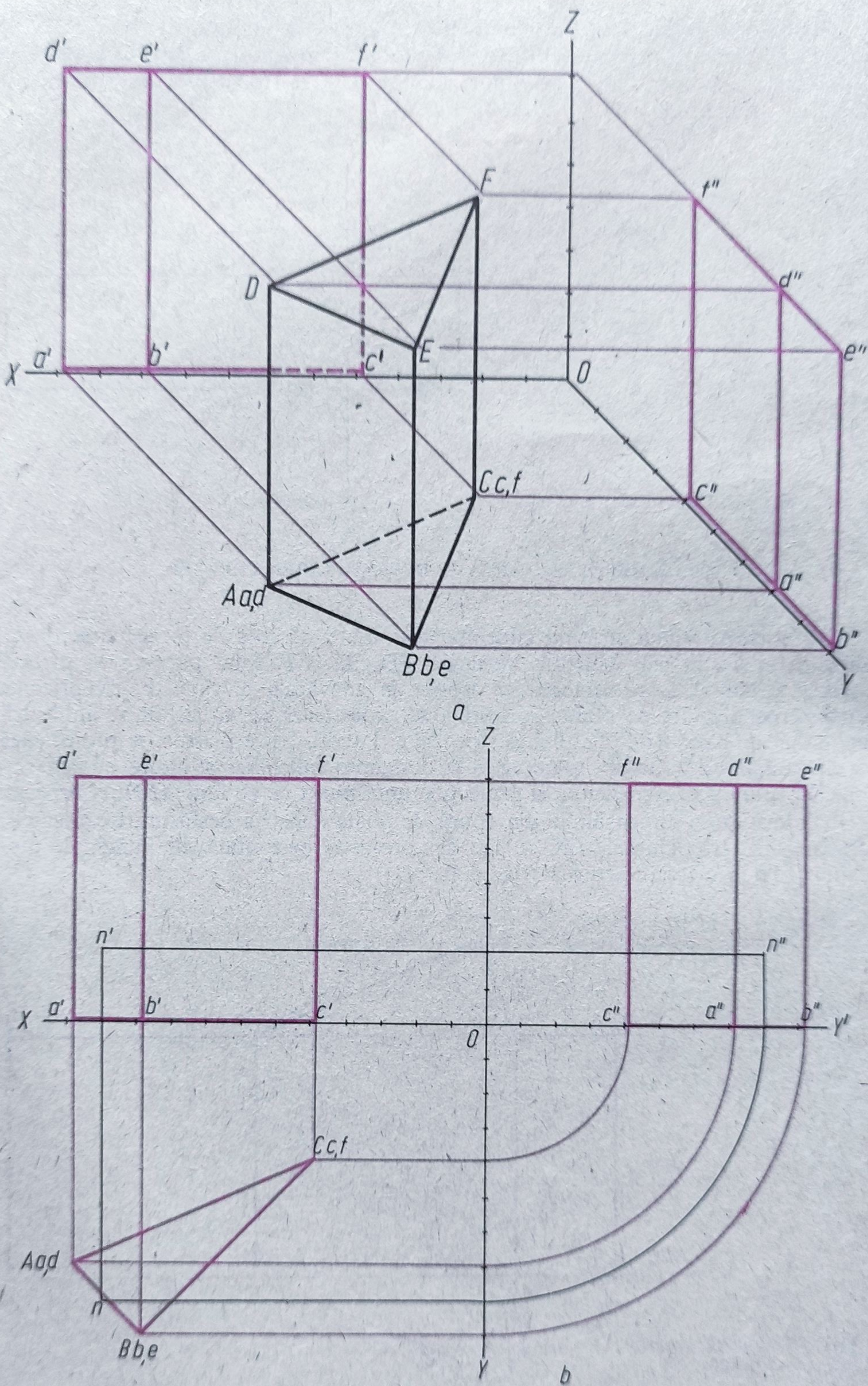


Fig. 6.4. Reprezentarea unei prisme triunghiulare;
 a — perspectivă ; b — epură ; $A(12, 7, 0)$; $B(10, 9, 0)$; $C(5, 4, 0)$; $h = 7$.

6.1.3. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA PIRAMIDEI

Se consideră o piramidă dreaptă $SABC$ (fig. 6.5, a și b) cu baza triunghi echilateral, cuprinsă în planul orizontal de proiecție. Proiecția s a vârfului S se găsește la intersecția medianelor triunghiului.

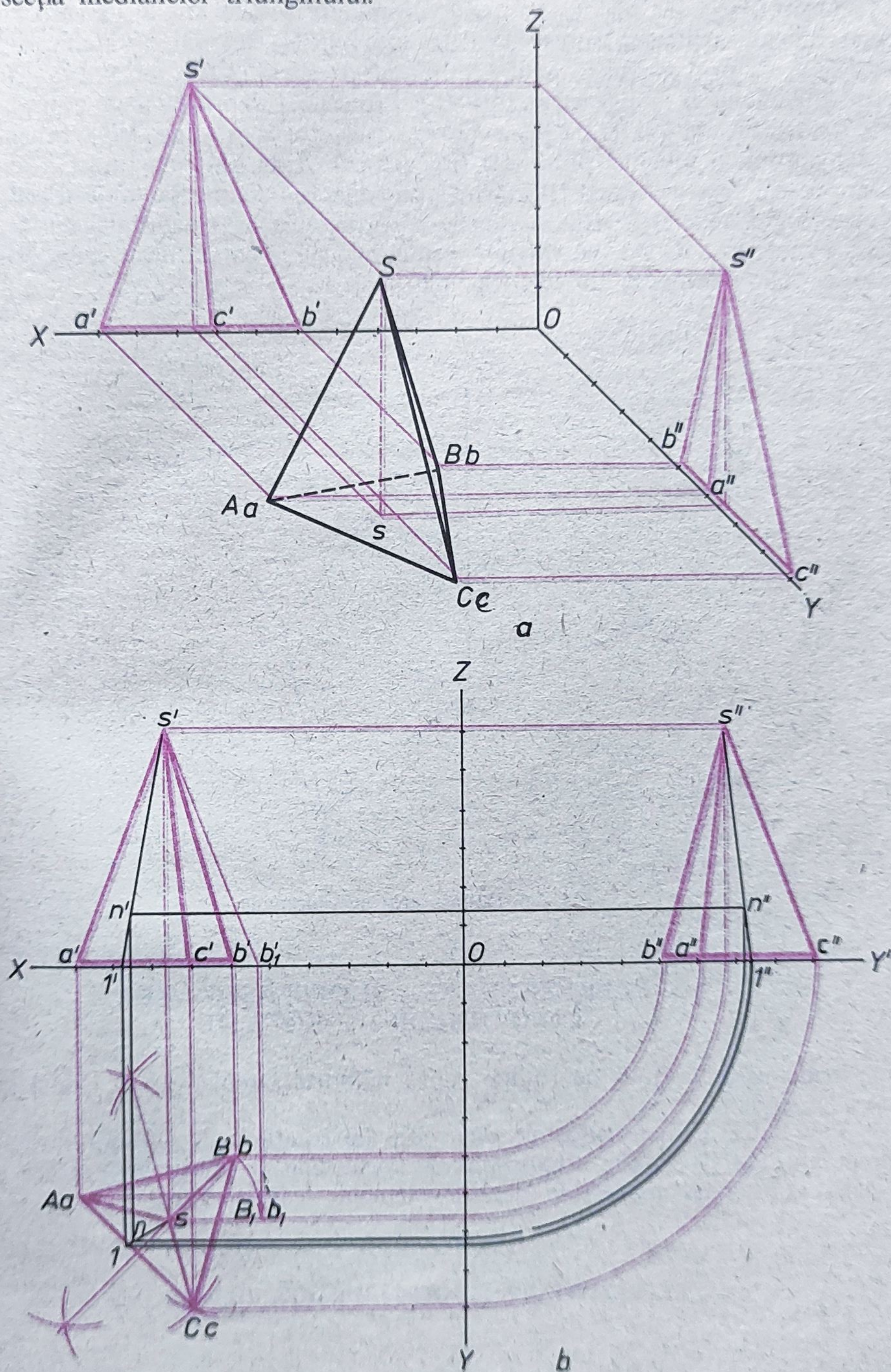


Fig. 6.5. Reprezentarea unei piramide cu baza triunghi echilateral :
 a — perspectivă ; b — epură ; $A(10, 6, 0)$; $B(6, 5, 0)$; $Sx = 6$.

Baza ABC apare în planul orizontal în adevărata mărime. Înălțimea Ss se proiectează în adevărata mărime pe planul vertical. Fețele laterale se proiectează pe cele trei plane de proiecție ca triunghiuri oarecare. Proiecțiile unui punct N situat pe fața SAC se găsesc pe proiecțiile dreptei Sl ($s'l'$; sl ; $s''l''$).

Pentru a se construi desfășurarea piramidei, trebuie aflată adevărata mărime a unei muchii, astfel : se rotește una din muchii, de exemplu SB , în jurul axei verticale ce trece prin vârful S , până ce ajunge pe un plan frontal, paralel cu planul vertical (punctul B ajunge în poziția B_1). Proiecția orizontală sb se rotește în poziția sb_1 paralelă la axa OX ; proiecția verticală $s'b'_1$ a muchiei SB_1 reprezintă adevărata mărime a muchiei piramidei (fig. 6.5, b). Apoi dintr-un punct S se descrie un arc de cerc cu raza egală cu mărimea muchiei din spațiu. Pe arcul trasat se construiesc segmentele AB , AC , BC , egale cu proiecțiile lor orizontale, ab , ac , bc . Se unesc punctele C , A , B , C cu vârful S ; cu compasul se construiește grafic triunghiul de bază ABC asemenea lui abc (fig. 6.6).

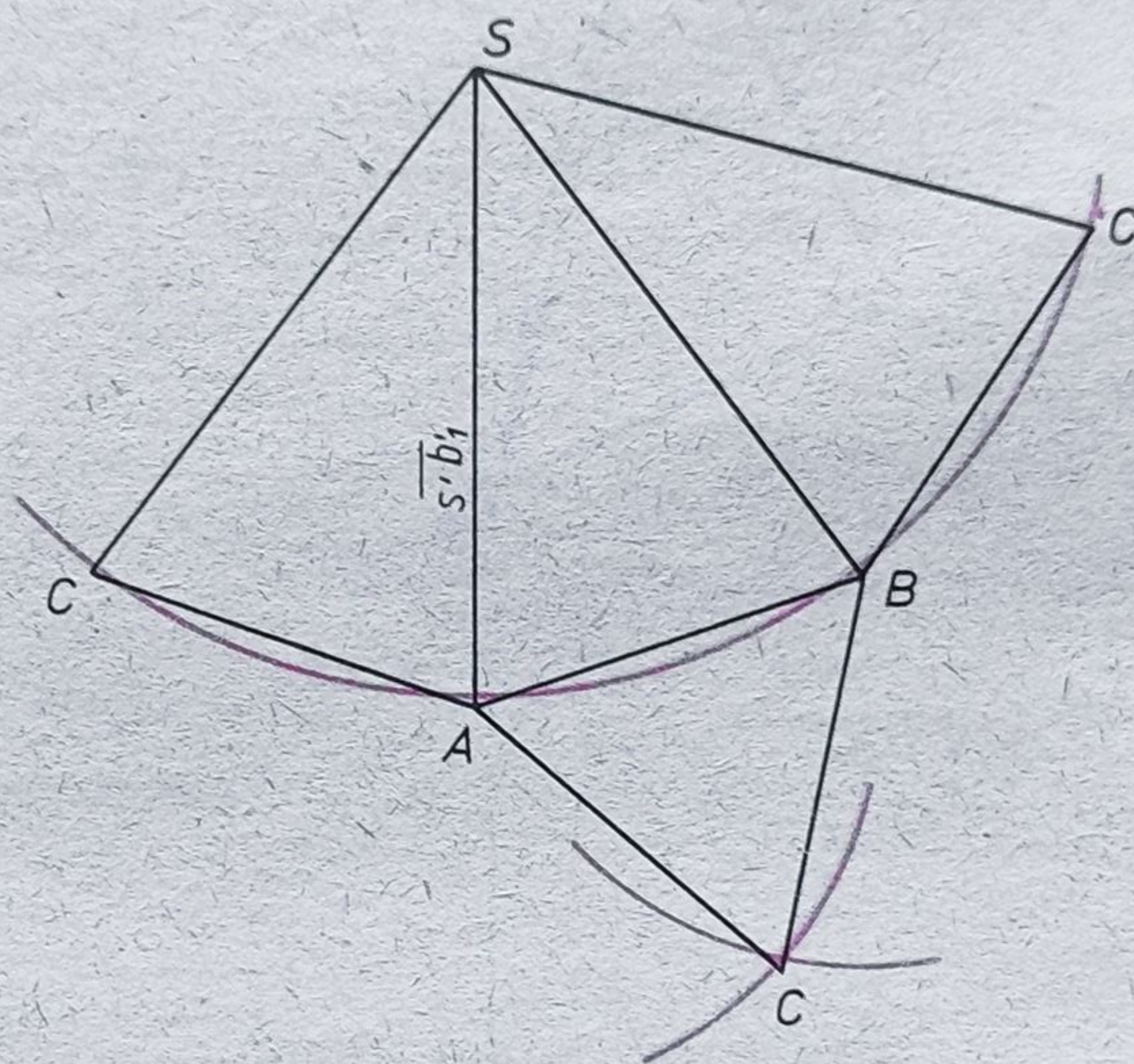


Fig. 6.6. Desfășurarea unei piramide.

6.2. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA CORPURILOR DE ROTAȚIE

Principalele corpuri de rotație sunt : cilindrul circular drept, conul circular drept și sfera.

Elementele caracteristice ale unui corp de rotație sunt : generatoarea, curba directoare, axa de rotație. Reprezentarea corpurilor de rotație în proiecție se realizează construind proiecțiile acestor elemente caracteristice.

6.2.1. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA CILINDRULUI

Se consideră un cilindru circular drept cu baza cuprinsă în planul orizontal (fig. 6.7, a și b). Proiecția orizontală se confundă cu cercul de bază al cilindrului.

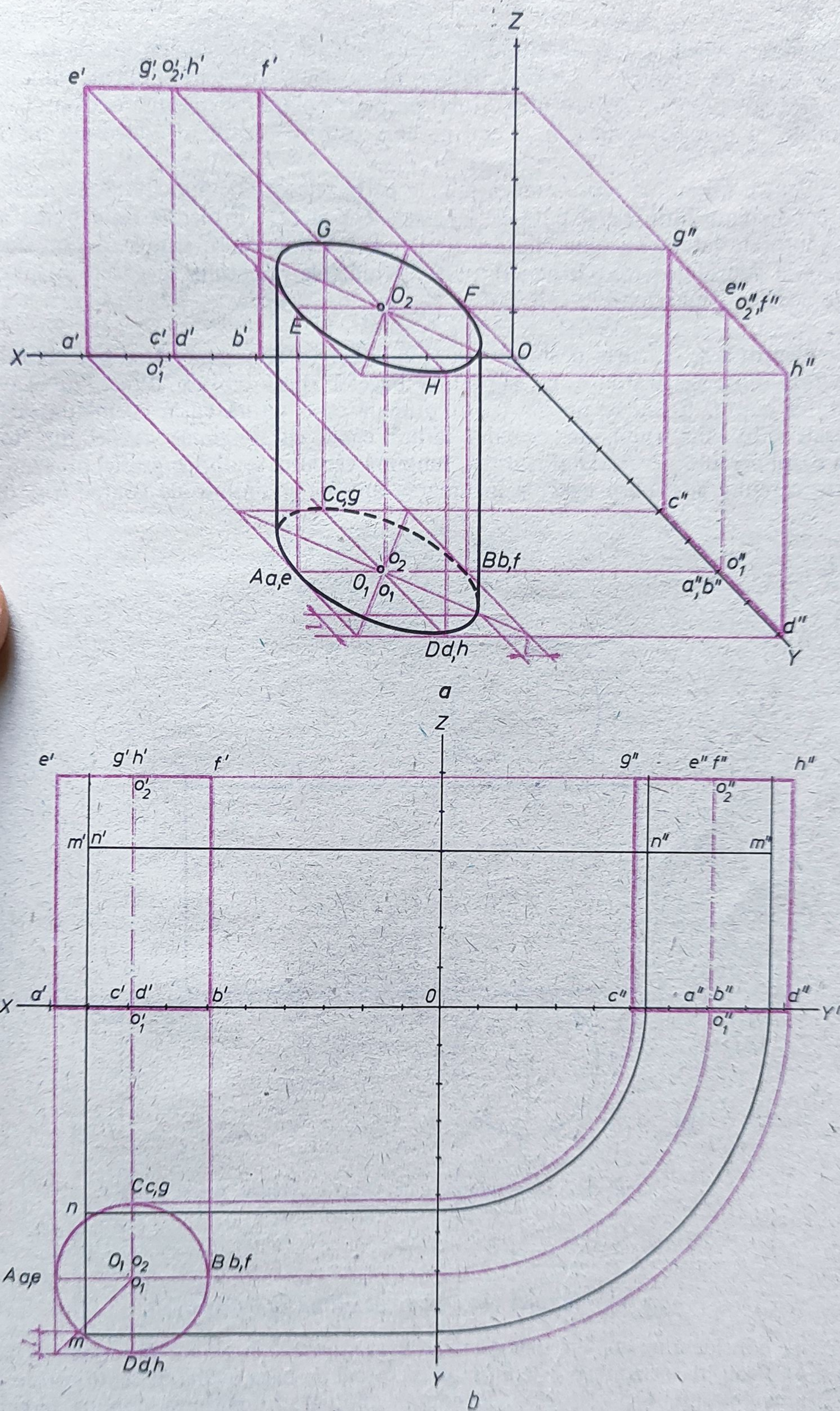


Fig. 6.7. Reprezentarea unui cilindru circular drept :
 a — perspectivă ; b — epură ; $O_1 (8, 7, 0)$; $O_2 (8, 7, 6)$; $R = 2$.

Pe planele vertical și lateral, cilindrul se proiectează după un dreptunghi cu latura mică egală cu diametrul bazei și latura mare egală cu generatoarea cilindrului. Generatoarea și axa cilindrului, fiind perpendiculare pe planul orizontal, sunt paralele cu planele vertical și lateral pe care se proiectează în adevărata mărime.

Pentru înlesnirea reprezentării se aleg pe bazele cilindrului câte două diametre perpendiculare între ele și paralele cu axele OX și OY . Proiecția unui punct aflat pe suprafața laterală a unui cilindru se determină ținându-se seama că prin fiecare punct al suprafeței trece o generatoare; proiecțiile punctului se găsesc pe proiecțiile acestor generatoare.

Pentru a se construi desfășurarea cilindrului, se consideră că se taie suprafața laterală după generatoare, iar suprafața bazelor după curbele directoare. Desfășurarea suprafeței curbe devine un dreptunghi cu o latură egală cu înălțimea (generatoarea) cilindrului, iar cealaltă latură egală cu lungimea curbei directoare (în cazul cercului, $2 \cdot R$). Desfășurarea lungimii cercului se obține grafic, prin împărțirea cercului în 8 părți egale și însumarea arcelor subîntinse de coarde (fig. 6.8).

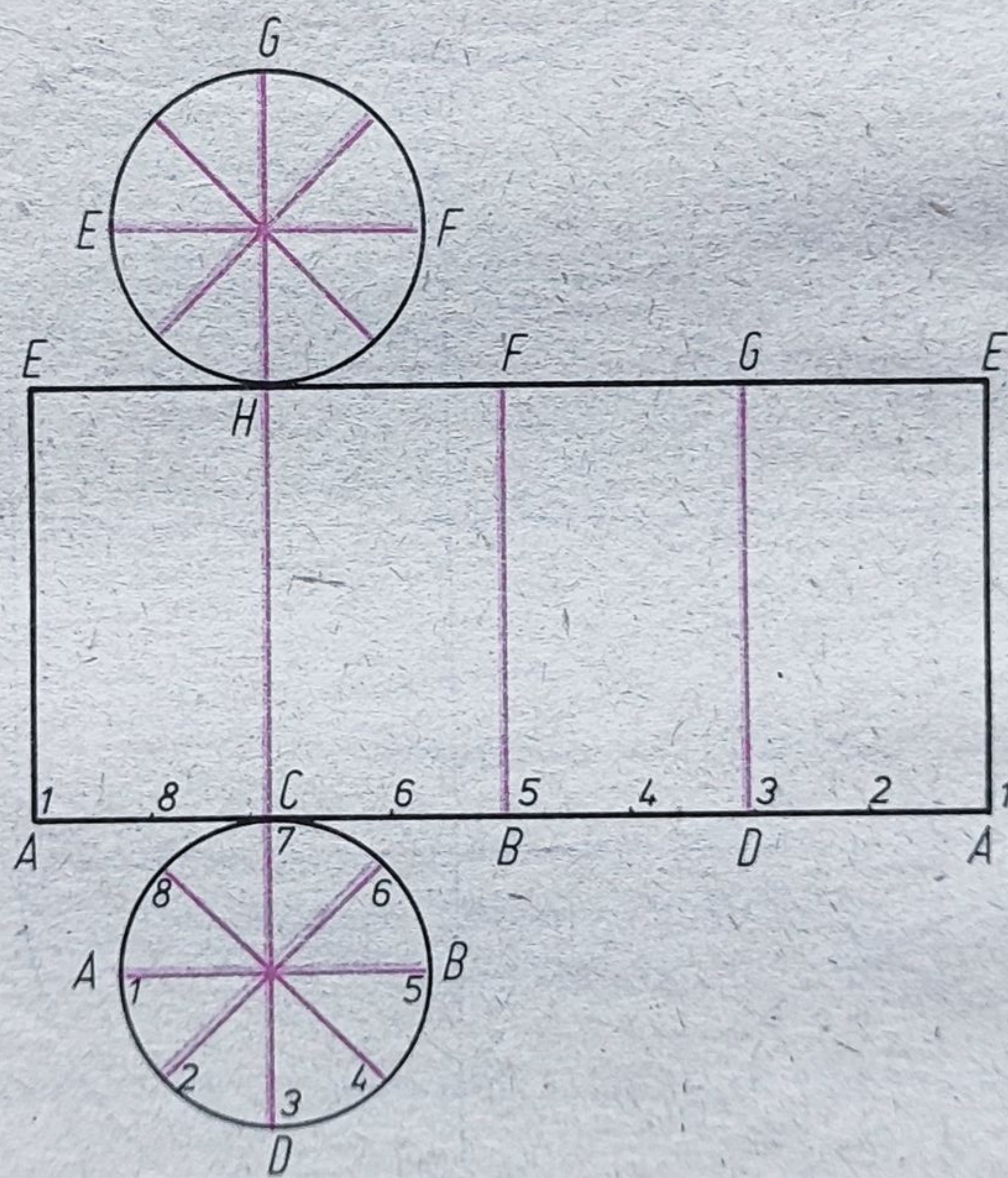


Fig. 6.8. Desfășurarea unui cilindru circular drept.

6.2.2. REPREZENTAREA ȘI DESFĂȘURAREA CONULUI

Se consideră un con circular drept cu baza cuprinsă în planul orizontal (fig. 6.9, *a* și *b*). Proiecția orizontală se confundă cu cercul de bază având în centru proiecția vârfului conului. Generatoarea de contur aparent și înălțimea conului circular drept se proiectează în adevărata mărime pe planele vertical și lateral.

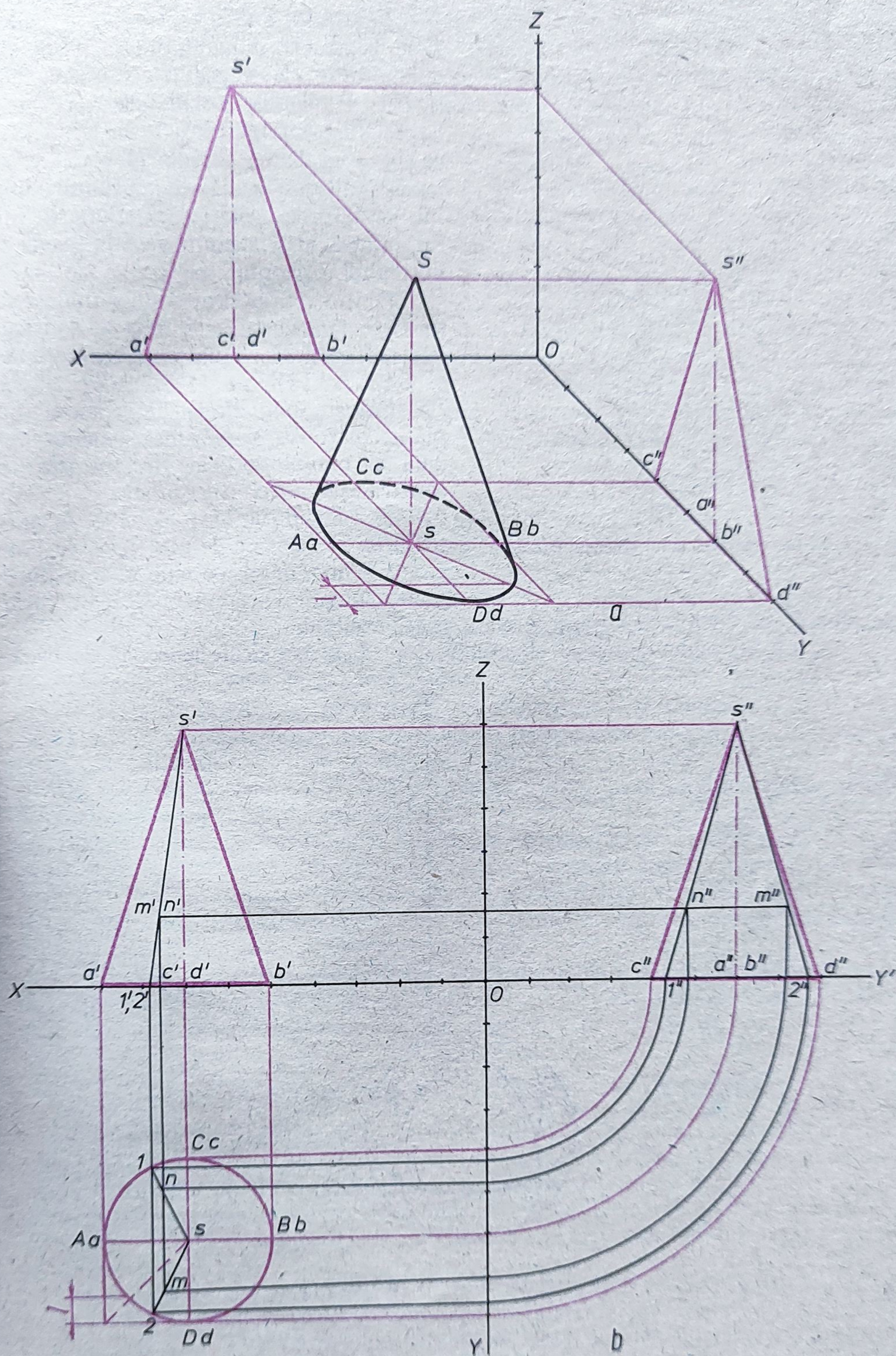


Fig. 6.9. Reprezentarea unui con circular drept :
 a — perspectivă ; b — epură ; $S(7, 6, 6)$; $R = 2$.

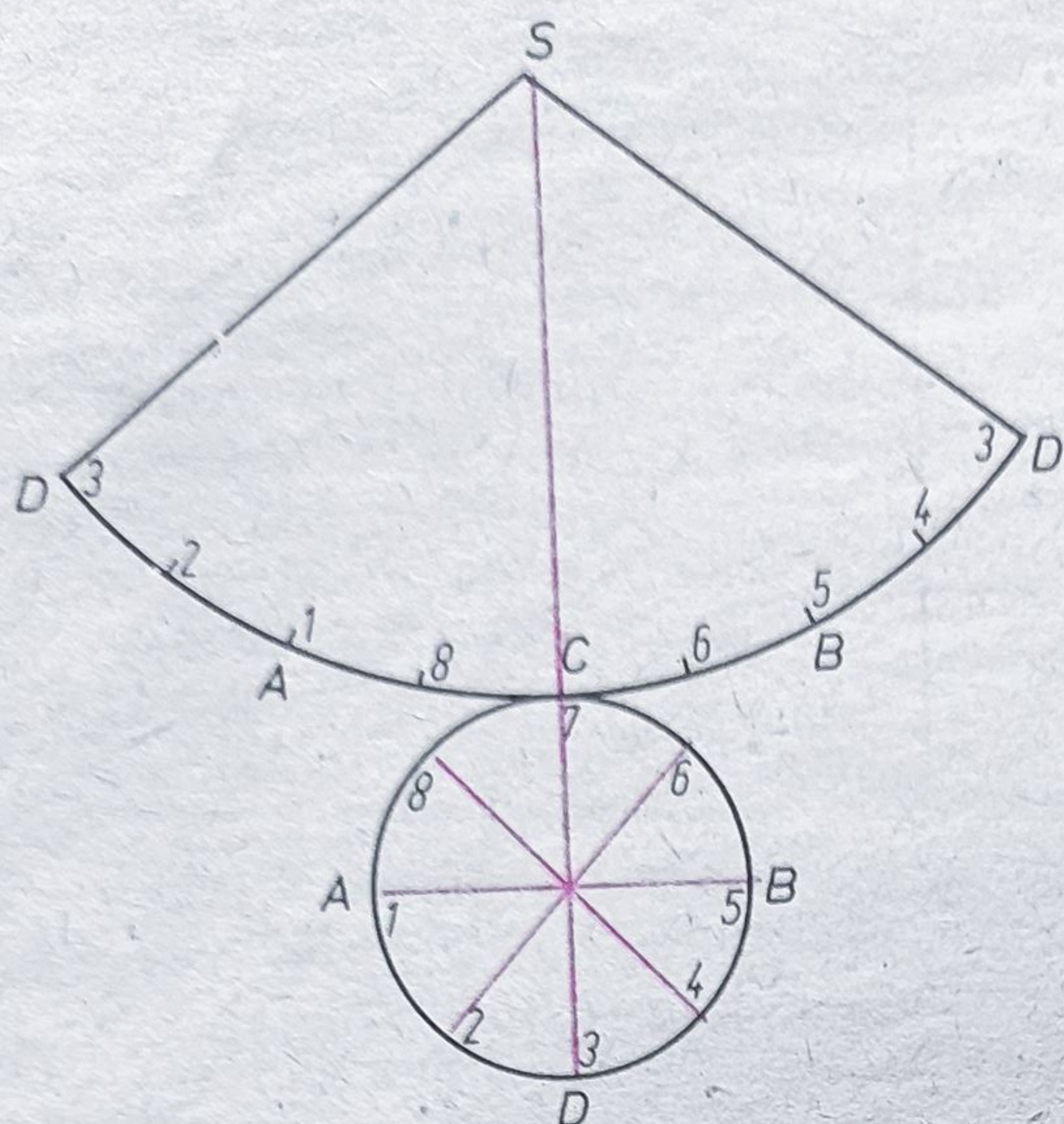


Fig. 6.10. Desfășurarea unui con circular drept.

Pentru înlesnirea reprezentării se aleg și în acest caz două diametre perpendiculare între ele și paralele cu axele OX și OY . Proiecțiile pe planele vertical și lateral sunt triunghiuri isoscele asemenea, cu baza egală cu diametrul cercului de bază, înălțimea egală cu înălțimea conului, iar laturile egale cu generatoarea lui. Suprafața curbă a conului se proiectează în planul orizontal, pe cercul de bază.

Pentru reprezentarea unor puncte situate pe fața curbă a conului se construiesc mai întâi proiecțiile generatoarelor ce le conțin ($s1$; $s'1'$; $s''1''$; $s2$; $s'2'$; $s''2''$).

Folosindu-se dimensiunile bazei din planul orizontal și mărimea generatoarei dată în planul vertical, desfășurarea se construiește astfel (fig. 6.10) :

— cu centrul în punctul S se trasează un arc de cerc de rază egală cu lungimea generatoarei, pe care se transpune grafic lungimea cercului de bază (prin însumarea coardelor ce împart cercul în părți egale) ;

— într-un punct oarecare al arcului de cerc se construiește cercul de bază.

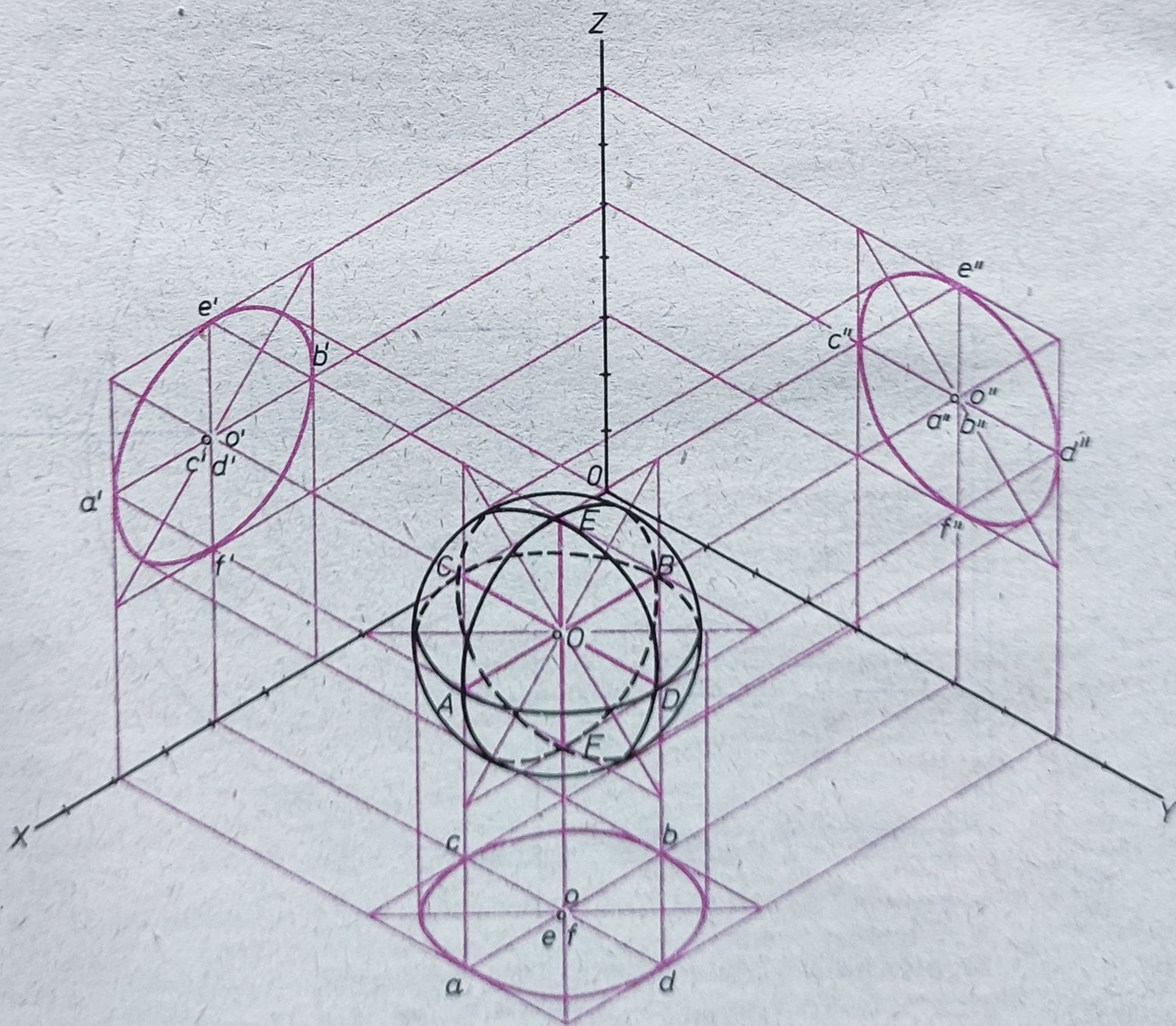


Fig. 6.11. Reprezentarea unei sfere în perspectivă axonometrică ortogonală izometrică :

$O(8, 7, 5)$; $R = 2$.

6.2.3. REPRESENTAREA SFEREI

Sfera se proiectează pe cele trei plane de proiecție sub forma unor cercuri de rază egală cu raza sferei (fig. 6.12, *a* și *b*). Pentru ușurința reprezentării, se aleg trei diametre paralele cu axele de proiecție, *AB* paralel cu axa *OX*, *CD* paralel cu axa *OY* și *EF* paralel cu axa *OZ* (fig. 6.12, *a* și *b*).

În reprezentarea perspectivă, pentru a elimina efectul de deformare a imaginii din spațiu produs datorită aplicării pe axa *OY* a unor unități egale cu cele de pe axele *OX* și *OZ* se poate proceda în două moduri :

- se micșorează unitățile pe axa *OY* ($U_y = \frac{1}{2}U_x, U_z$, fig. 6.12, *a*) ;
- se proiectează ortogonal triedrul de proiecție pe hârtia de desen sub aceeași înclinare a planelor față de planul hârtiei (fig. 6.11) ; unitățile pe cele trei axe devin egale, însă puțin reduse în raport cu unitatea reală din spațiu ($U = 0,8/U_x, U_y, U_z$) ; din acest motiv proiecțiile sferei pe cele trei plane apar ușor micșorate în raport cu dimensiunile ei din spațiu ($R = 0,8 R_x$) (perspectivă axonometrică ortogonală, izometrică).

6.3. REPRESENTAREA INTERSECȚIILOR DE CORPURI GEOMETRICE

Elementele de construcții (fundații, ziduri, stâlpi, grinzi, acoperișuri, piese de instalații etc.) sunt compuse în general din mai multe corpuri geometrice simple (prismă, piramidă, cilindru, con) ale căror suprafețe plane sau curbe se intersectează în ansamblul pe care îl compun după anumite linii drepte sau curbe.

Intersecțiile de corpuri geometrice pot fi *pătrunderi* și *smulgeri*.

În cazul pătrunderilor, unul din corpuri pătrunde complet în cel de-al doilea corp, determinând două linii de intersecție distincte.

În cazul smulgerilor, cele două corpuri pătrund parțial unul în celălalt, determinând o singură linie de intersecție.

Reprezentarea în proiecție a liniilor de intersecție dintre cele două corpuri geometrice se realizează construind pe rând proiecțiile punctelor caracteristice ce le determină — puncte în care muchiile sau generatoarele unui corp intersectează fețele altui corp. Fiecare astfel de punct se poate considera o intersecție simplă între o dreaptă (muchie) și un corp geometric.

Corpurile geometrice se așază în poziții particulare, cu fețele perpendiculare pe planele de proiecție ; se obțin astfel proiecții liniare ale fețelor intersectate, fapt care simplifică determinarea proiecțiilor punctelor de intersecție.

6.3.1. INTERSECȚIA UNEI DREPTE CU UN CORP GEOMETRIC

Prisma și cilindrul, așezate în poziții particulare, prezintă proiecții liniare ale fețelor pe cel puțin unul din planele de proiecție. Intersecțiile proiecțiilor liniare ale fețelor străpunse de dreaptă cu proiecția dreptei determină proiecția pe planul respectiv a punctelor de intersecție. Liniile de ordine duse prin aceste puncte determină, pe celelalte proiecții ale dreptei, proiecțiile corespunzătoare ale punctelor de intersecție.

Intersecția dreptei cu prisma. În cazul prismei *ABCDEFGH* (fig. 6.13, *a* și *b*), fețele perpendiculare pe planul orizontal se proiectează pe acest plan pe patrulaterul de bază *abcd*. Punctul *M* fiind comun atât dreptei *L*, cât și feței *ABFE*, proiecția lui în planul orizontal se va situa atât pe proiecția *l* a dreptei, cât și pe proiecția *aebf* a feței *ABFE* ; intersecția *m*, unicul punct comun al celor două proiecții liniare, este deci proiecția orizontală a punctului *M*. Proiecțiile orizontale *m* și *n* ale inter-

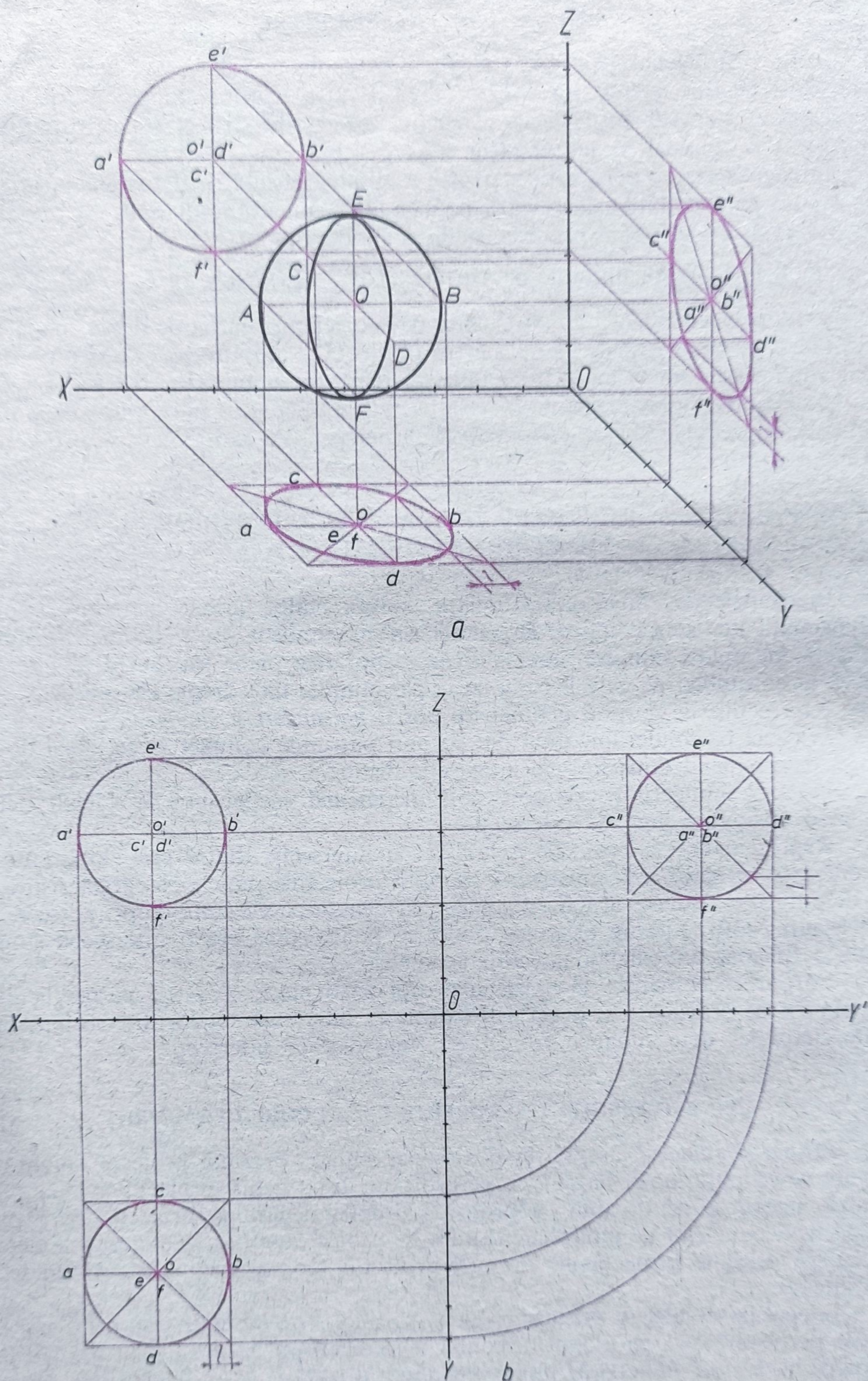


Fig. 6.12. Reprezentarea unei sfere :
 a — perspectivă ; b — epură ; $O(8, 7, 5)$; $R = 2$.

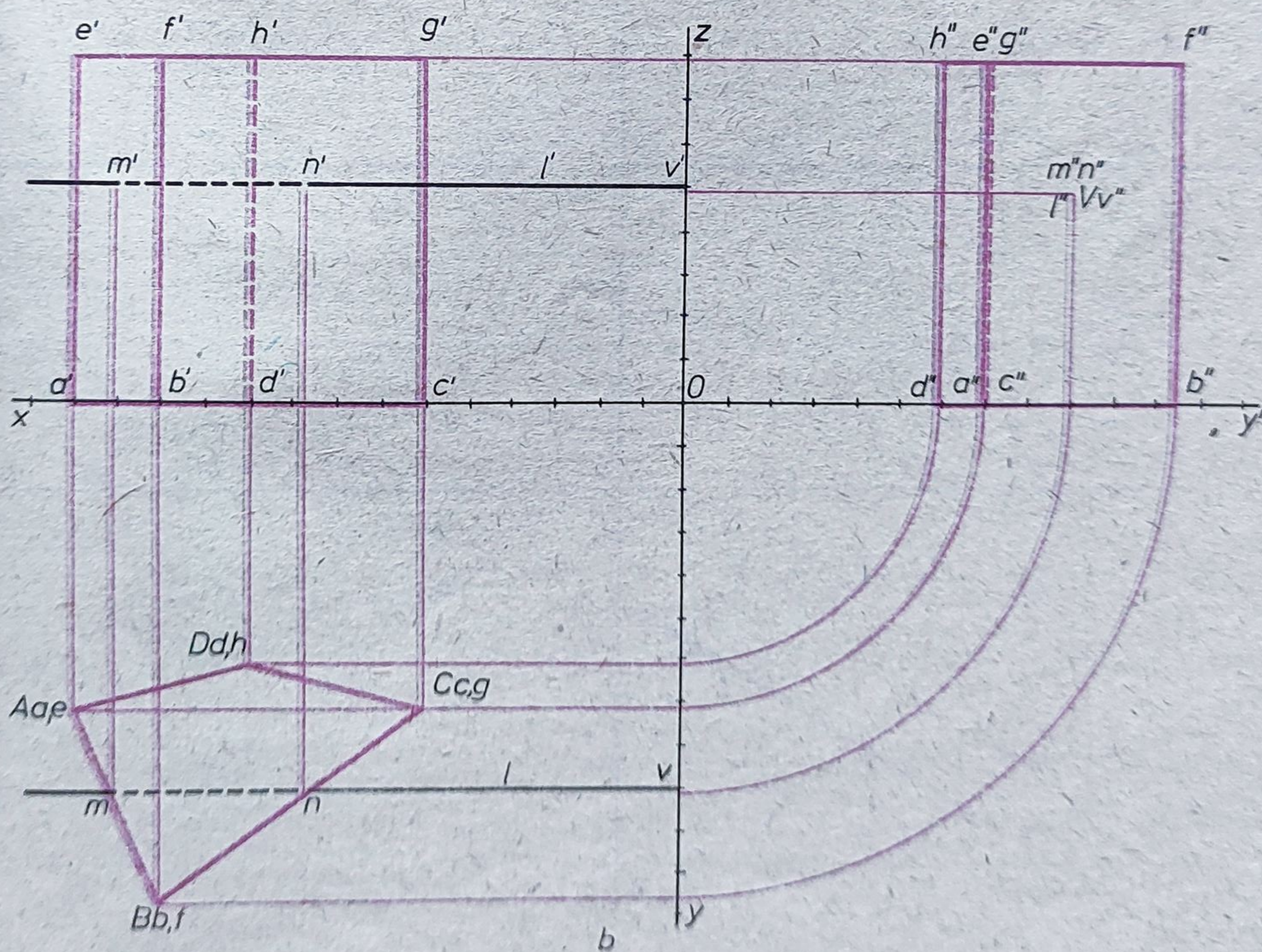
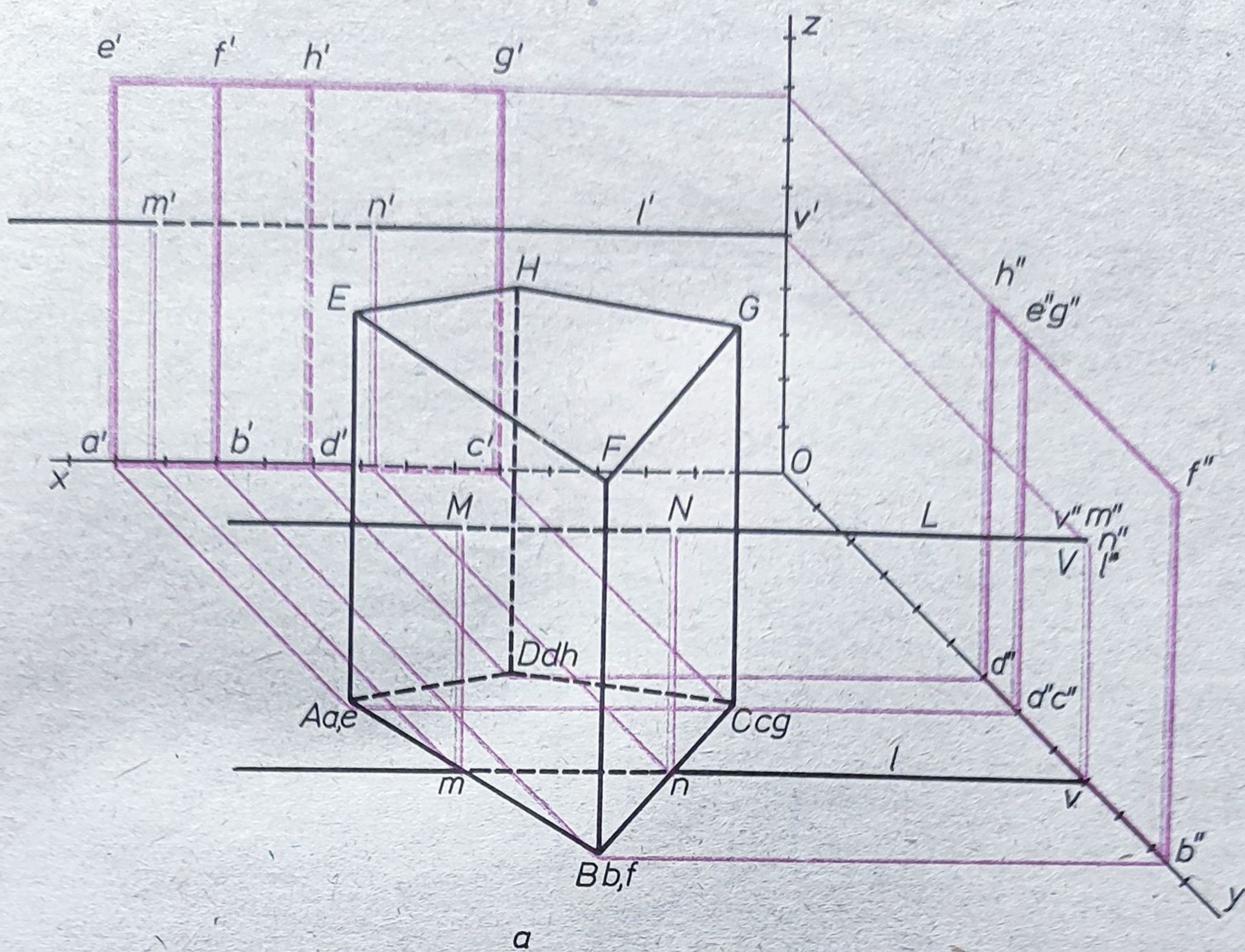


Fig. 6.13 Intersecția unei drepte cu o prismă :

a perspectivă ; b epură : $A(14, 7, 0)$; $B(12, 11, 0)$; $C(6, 7, 0)$; $D(10, 6, 0)$; $AE = 8$; $L(x = 9, z = 5)$.

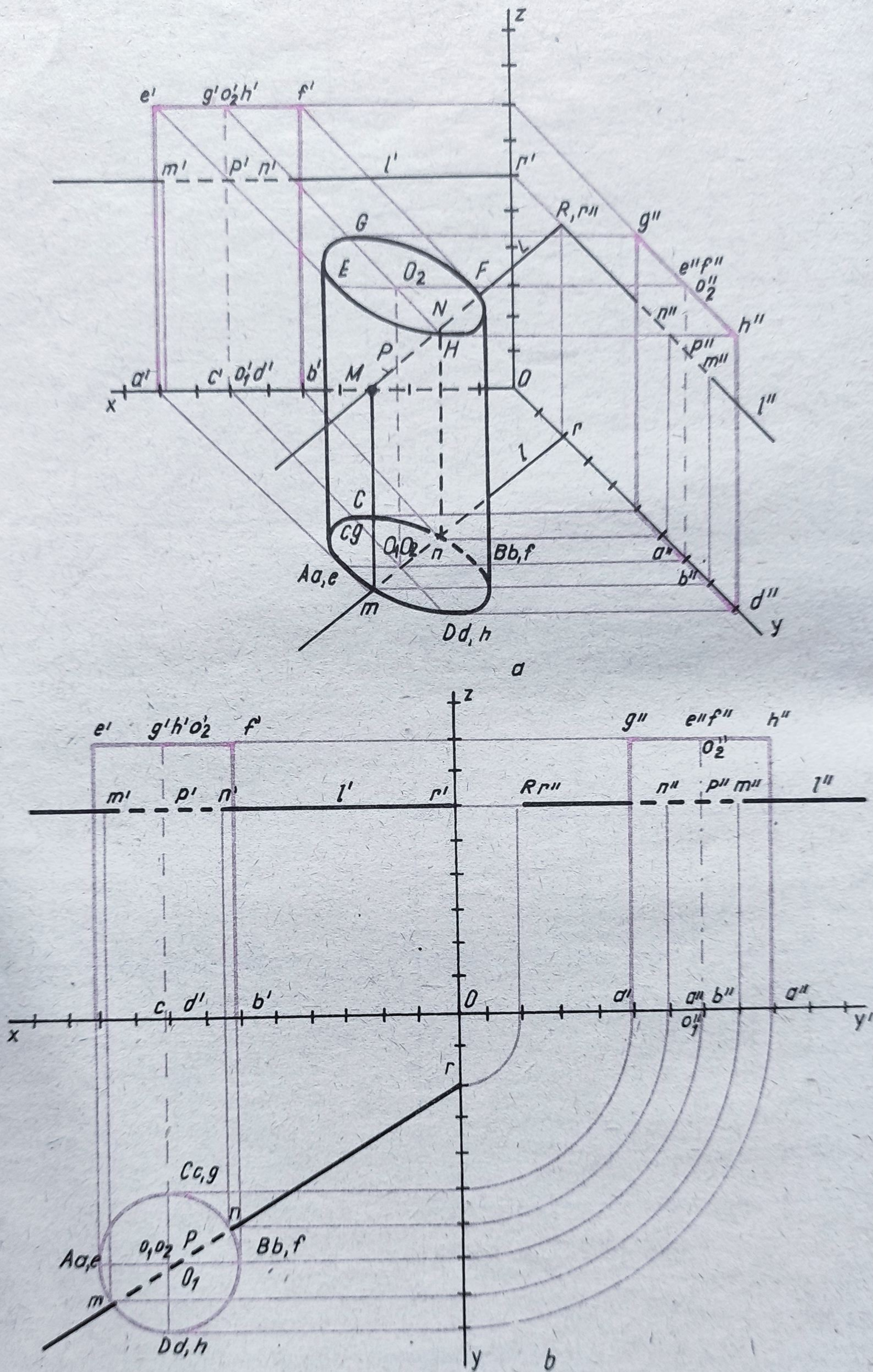


Fig. 6.14. Intersecția unei drepte cu un cilindru circular drept :

a - perspectivă ; b - epură ; $O_1 (8, 7, 0)$; $O_2 (8, 7, 8)$; $R = 2$; $P (8, 7, 6)$; $R (0, 2, 6)$.

secțiilor dintre prismă și dreaptă, se găsesc deci la intersecțiile dintre proiecția l a drepte și proiecțiile liniare $aebf$ și $bfcg$ ale fețelor $ABFE$ și $BCGF$. Proiecțiile verticale se obțin la intersecțiile dintre liniile de ordine duse prin m și n cu proiecția verticală l' a drepte.

Dreapta de intersecție fiind în cazul prezentat fronto-orizantală, proiecția ei pe planul lateral este un punct ce cuprinde și proiecțiile m'' , n'' ale punctelor M , N .

Intersecția drepte cu cilindrul. În cazul cilindrului circular drept (fig. 6.14, *a* și *b*), fața curbă, perpendiculară pe planul orizontal de proiecție, se proiectează pe acest plan liniar, pe cercul de bază. Intersecțiile dintre cerc și proiecția orizontală l a drepte determină proiecțiile orizontale m și n ale punctelor de contact dintre dreaptă și cilindru. Proiecțiile verticale și laterale se găsesc la intersecțiile dintre liniile de ordine duse prin m și n cu proiecțiile verticale l' și l'' ale drepte.

Intersecția drepte cu o piramidă. În situația în care piramida are fețele intersectate de o dreaptă perpendiculară pe unul din planele de proiecție, determinarea proiecțiilor punctelor de intersecție este asemănătoare prisme. Piramida $SABCD$ (fig. 6.15) are fața SAB perpendiculară pe planul lateral și fața SBC perpendiculară pe planul vertical de proiecție. Se determină punctul n' la intersecția dintre proiecția $s'b'c'$ a feței SBC cu proiecția l' a drepte L , apoi punctul m'' la intersecția proiecției $s''a''b''$ a feței SAB cu proiecția l'' a drepte. Proiecțiile m , n , m' , n'' se găsesc la intersecțiile liniilor de ordine duse din n' și m'' cu proiecțiile l , l' , l'' ale drepte.

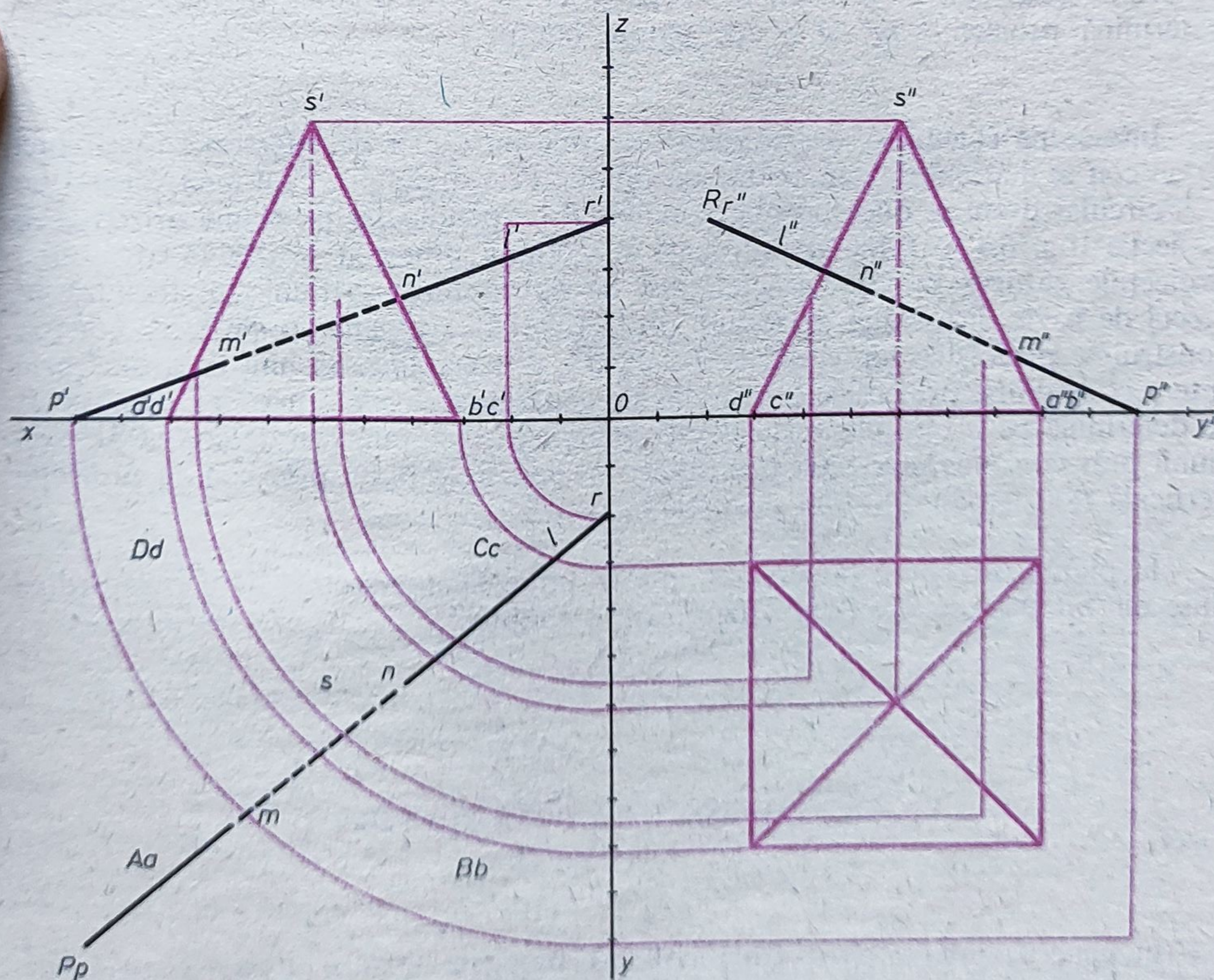


Fig. 6.15. Intersecția unei drepte cu o piramidă — epură :

$S(6, 6, 6)$; $AB = 6$; $R(0, 2, 4)$; $P(11, 11, 0)$.

În cazul în care nu se pot obține proiecții liniare ale fețelor intersectate de dreaptă, se folosesc plane ajutătoare care trec prin dreaptă și sectionează corpul geometric.

Punctele de intersecție dintre dreaptă și conturul suprafeței de sectionare sunt puncte de intersecție dintre dreaptă și corpul geometric. Proiecțiile acestor puncte se găsesc pe fiecare plan de proiecție la intersecția dintre proiecția conturului secțiunii efectuate prin corpul geometric și proiecția dreptei.

Pentru a se simplifica construirea proiecțiilor suprafețelor de sectionare, se aleg planuri auxiliare proiectante pe planele de proiecție sau care să treacă prin puncte caracteristice ale corpului geometric (vârful conului, al piramidei). De exemplu, prin dreapta L (fig. 6.16) ce intersectează piramida $SABC$ cu baza cuprinsă în planul orizontal de proiecție se duce un plan vertical. Urma orizontală Ph a acestui plan se confundă cu proiecția orizontală l a dreptei. Urma Ph intersectează proiecția sb a muchiei SB în punctul v , proiecția orizontală a intersecției muchiei SB cu planul P . Proiecția verticală v' a acestui punct se găsește la intersecția liniei de ordine dusă din v , cu proiecția $s'b'$ a muchiei SB . Proiecția verticală a secțiunii prin piramidă va fi triunghiul $l'v'2'$. Intersecțiile proiecțiilor $l'v'$, $v'2'$ cu proiecția l' a dreptei determină proiecțiile verticale m' și n' ale punctelor de contact dintre dreaptă și fețele piramidei. Proiecțiile orizontale m și n se găsesc la intersecția liniilor de ordine duse din m' și n' cu proiecția orizontală l a dreptei. În mod analog se determină proiecțiile m'' și n'' pe planul lateral.

Intersecția conului cu o dreaptă. Proiecțiile punctelor de intersecție ale dreptei cu un con se determină asemănător piramidei. Prin dreapta L care intersectează un con circular drept se duce un plan auxiliar P perpendicular pe planul orizontal de proiecție (fig. 6.17). Proiecția verticală a secțiunii prin con se obține construind proiecțiile câtorva puncte caracteristice de pe conturul secțiunii; (se trasează pe cercul de bază, din planul orizontal, proiecțiile câtorva generatoare 1, 2, 3, 4; se construiesc proiecțiile lor verticale $1'$, $2'$, $3'$, $4'$; trasându-se linii de ordine prin intersecțiile dintre proiecțiile orizontale ale generatoarelor și urma Ph a planului P , se determină pe proiecțiile verticale ale generatoarelor punctele de contur ale secțiunii prin con. La intersecția proiecției verticale a secțiunii prin con cu proiecția verticală l' a dreptei, se obțin punctele m' și n' .

În planul orizontal, punctele m și n se obțin la intersecțiile liniilor de ordine duse din m' și n' cu proiecția orizontală l a dreptei.

6.3.2. INTERSECȚIA A DOUĂ POLIEDRE

În general, intersecția a două poliedre oarecare se face după poligoane de intersecție cu vârfuri situate în plane diferite. Determinarea vârfurilor poligoanelor de intersecție constă în determinarea unor intersecții de drepte (muchii) cu plane fețe ale poliedrelor).

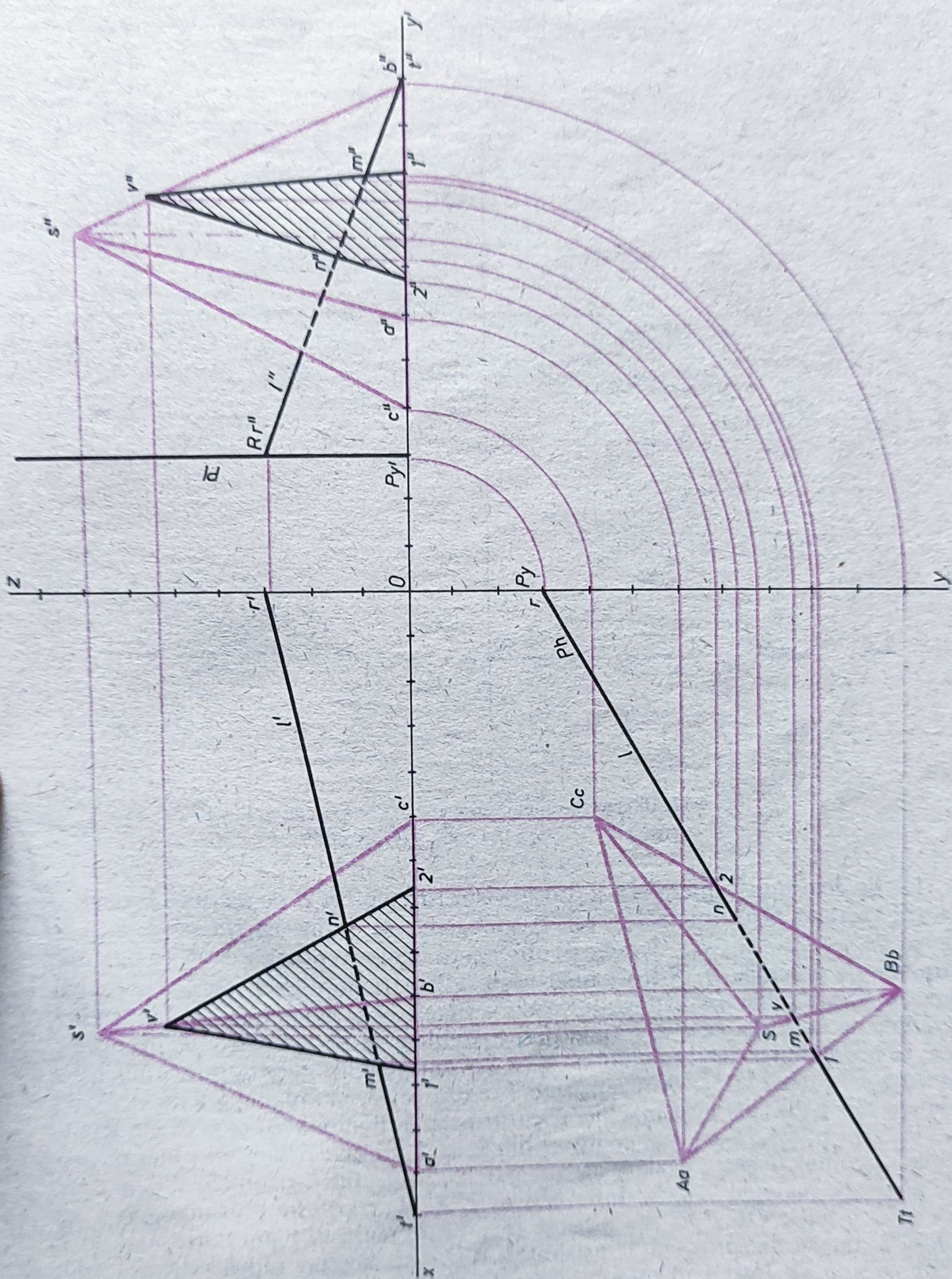


Fig. 6.16, Intersecția unei drepte cu o piramidă — epură :
 $A(13, 6, 0)$; $B(9, 11, 0)$; $C(5, 4, 0)$; $S(14, 11, 0)$; $R(0, 3, 3)$

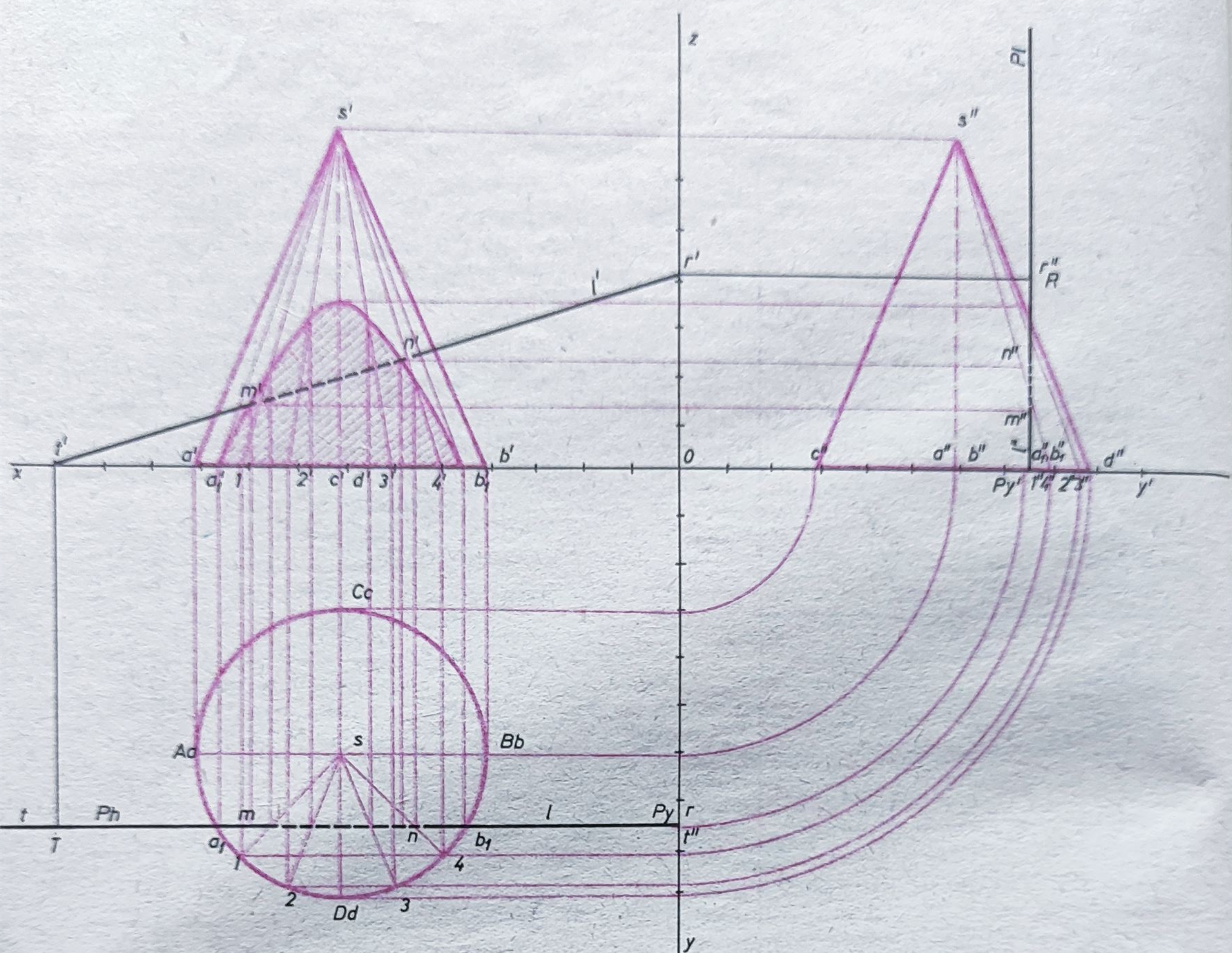


Fig. 6.17. Intersecția unei drepte cu un con — epură :

$S (7, 6, 7) ; r = 3 ; R (0, 7, 5, 4) ; T (13, 7, 5, 0).$

Fie de determinat intersecția a două prisme drepte I și II de secțiune triunghiulară (fig. 6.18, a și b). Intersecția este o smulgere ; se obține un singur poligon de intersecție $1_0-2_0-3_0-4_0-5_0-6_0$. Se observă că fețele dreptunghiulare ale prisme I mărginite de muchiile A, B și C , fiind perpendiculare pe planul lateral, se proiectează pe acesta liniar pe triunghiul $a''b''c''$. Fețele dreptunghiulare ale prisme II mărginite de muchiile D, E și F fiind perpendiculare pe planul orizontal, se proiectează pe acesta liniar, pe triunghiul de bază def . Intersecțiile 2_0 și 5_0 , dintre muchia E a prisme II și fețele AB și BC ale prisme I se proiectează în planul lateral în $2''$, $5''$, la intersecția proiecției e'' a muchiei E cu proiecțiile liniare $a''b''$ și $b''c''$ ale fețelor menționate ; trasându-se — în epură — din $2''$ și $5''$ linii de ordine, se obțin pe proiecțiile orizontale e și verticală e' ale muchiei E , proiecțiile orizontale $2, 5$ și verticale $2', 5'$ ale punctelor $2_0, 5_0$. Intersecțiile $1_0, 3_0, 4_0, 6_0$ dintre muchiile A și C ale prisme I cu fețele DE și EF ale prisme II se proiectează în planul orizontal, în $1, 3, 4, 6$, la intersecția proiecțiilor orizontale a și c ale acestor muchii cu proiecțiile liniare de și ef ale fețelor menționate ; trasându-se linii de ordine din $1, 3, 4, 6$, se obțin pe proiecțiile verticale a' și c' și laterale a'' și c'' ale muchiilor A și C , proiecțiile în plan vertical $1', 3', 4'$ și $6'$ și în plan lateral $1'', 3'', 4''$ și $6''$ ale punctelor de intersecție $1_0, 3_0, 4_0, 6_0$.

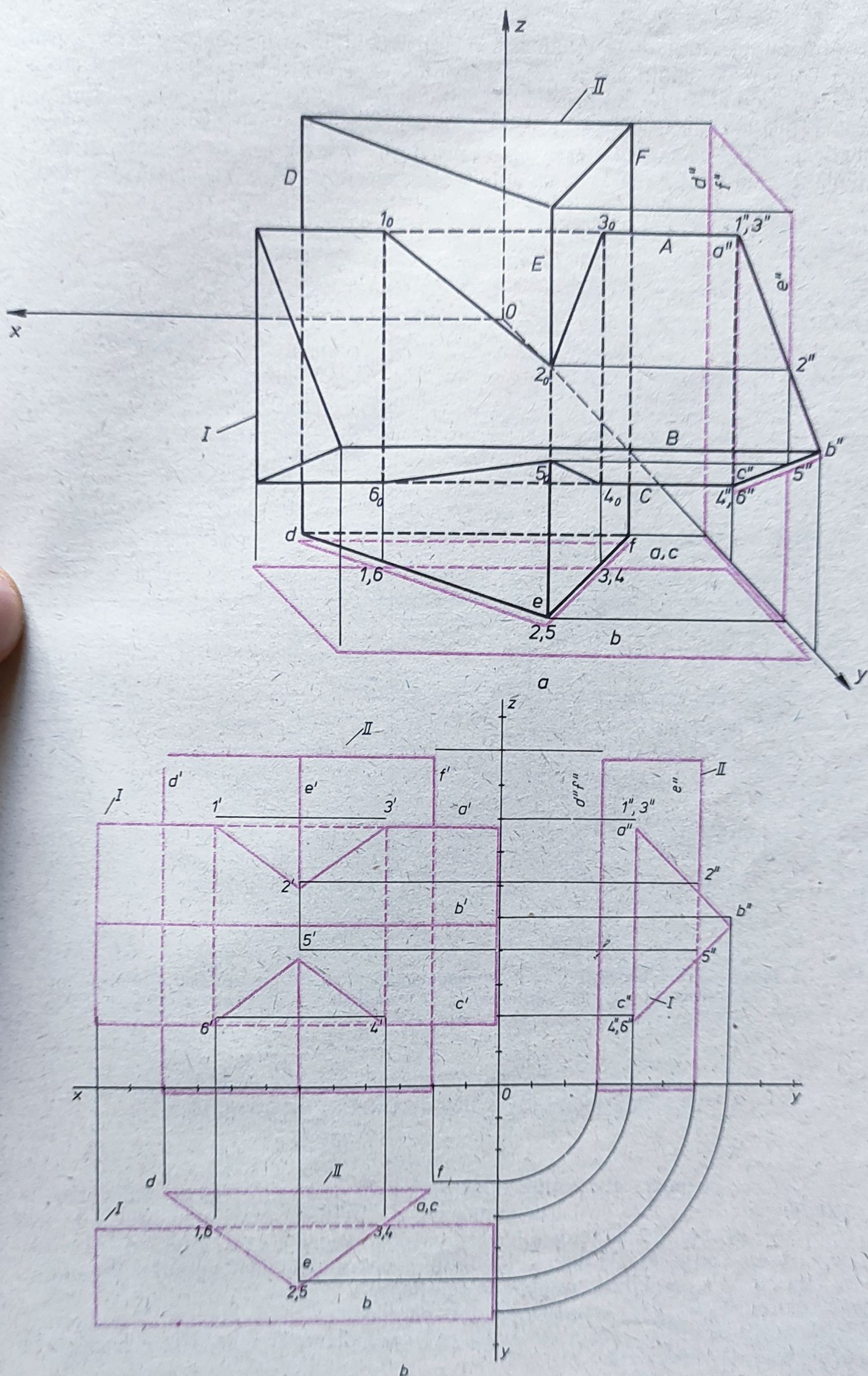


Fig. 6.18. Intersecția a două prisme cu secțiune triunghiulară I și II :

a — perspectivă ; b — epură ; I (baza triunghiului 6 ; înălțimea 3 ; lungimea prisme 12) ; II (baza triunghiului 8 ; înălțimea 3 ; lungimea prisme 10).

Intersecții similare se întâlnesc în construcții la compunerea acoperișurilor unor corpuri de clădiri (fig. 6.20). Elementele de construcții (ziduri, stâlpi, grinzi, fundații) fiind alcătuite din prisme regulate, în general de secțiune dreptunghiulară, intersecțiile lor dau naștere la poligoane de intersecție cu vârfurile situate în același plan ; un astfel de exemplu este intersecția dintre două grinzi de secțiune dreptunghiulară, care se sprijină în zona intersecției pe un stâlp de rezistență (fig. 6.19).

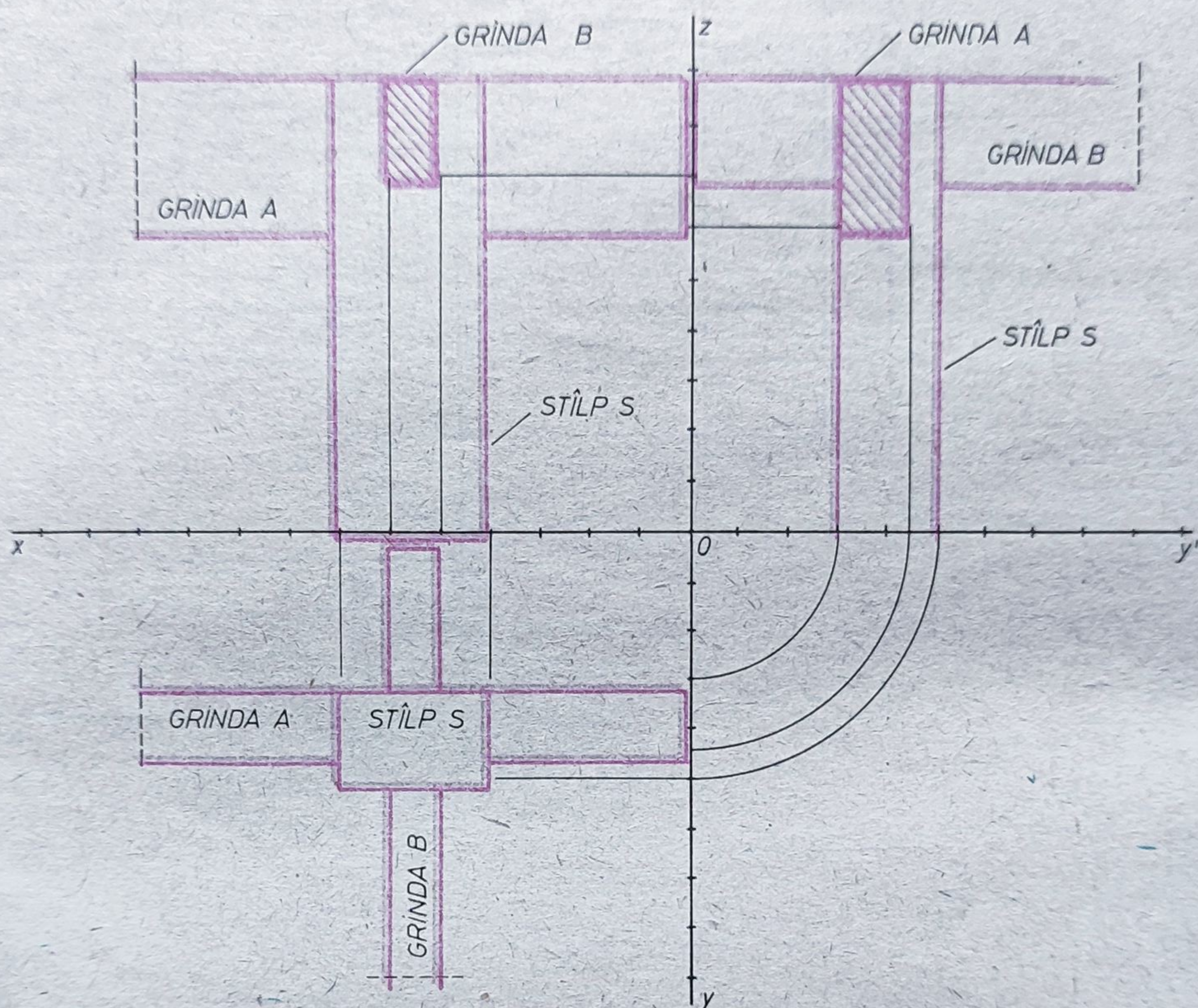


Fig. 6.19. Intersecția unui stâlp de secțiune dreptunghiulară cu două grinzi de secțiune dreptunghiulară (grinda $A = 3 \times 1.5$; grinda $B = 2 \times 1$; stâlpul $S = 2 \times 3$, $h = 9$).

6.3.3. INTERSECȚIA A DOUĂ CORPURI DE rotație

Curbele de intersecție dintre două suprafețe de rotație, fie că este vorba de străpungere, fie că este vorba de smulgere, se determină prin puncte, iar punctele respective se obțin asemănător intersecțiilor de poliedre. Fiecare punct de pe curba de intersecție se găsește la intersecția dintre generatoarele unei suprafețe de rotație, cu fața curbă a celeilalte suprafețe de rotație.

Corpurile se așază cu generatoarele perpendiculare pe planele de proiecție ; fețele curbe se proiectează astfel liniar pe aceste plane, simplificând determinarea proiecțiilor de intersecție.

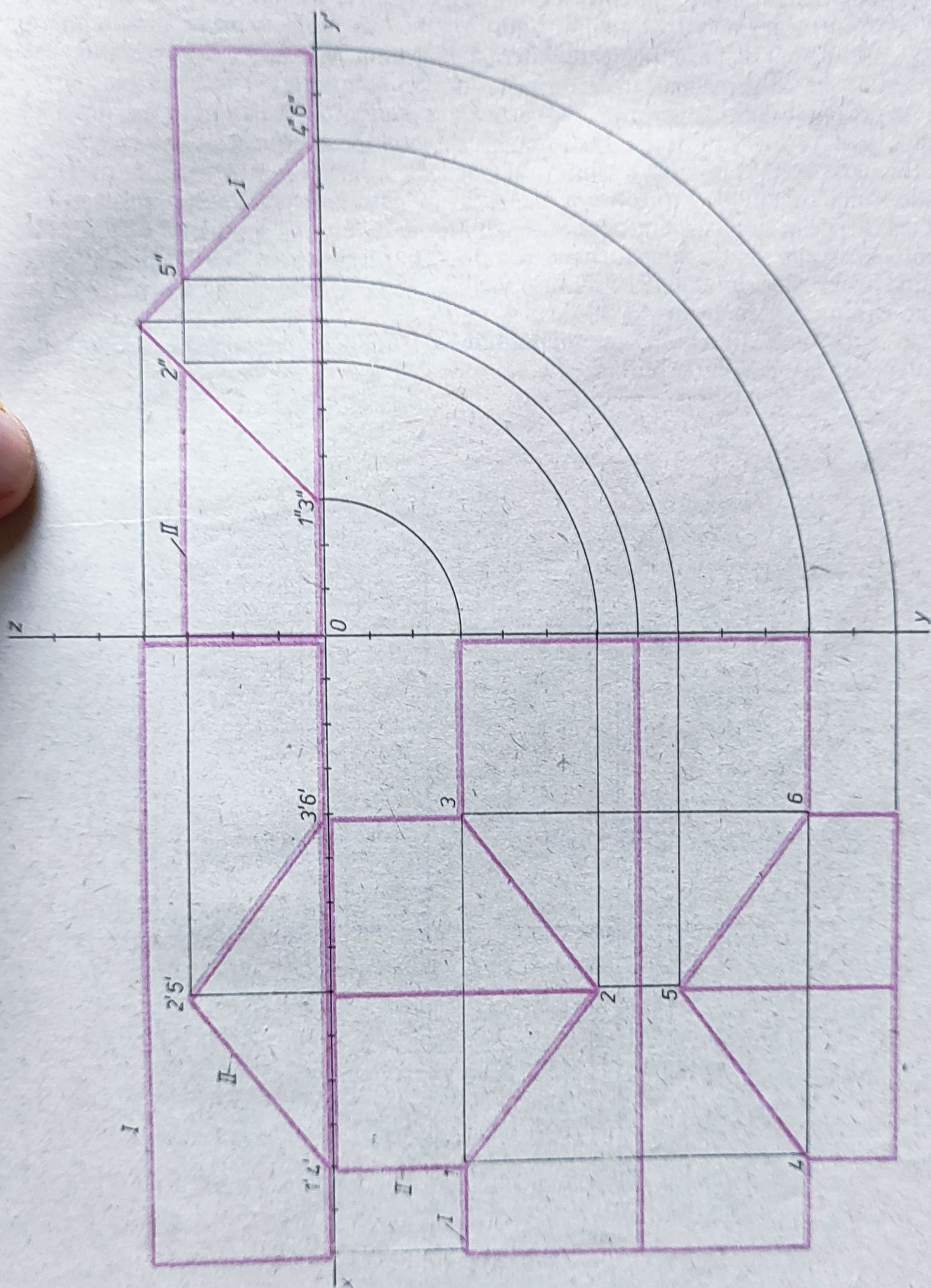


Fig. 6.20 Intersecția a două acoperișuri I și II — epură :

I (baza triunghiului 8 ; înălțimea 4 ; lungimea acoperișului 14) ; II (baza triunghiului 8 ; înălțimea 3 ; lungimea acoperișului 13).

Se consideră cazul determinării *intersecției a doi cilindri drepti* (fig. 6.21). Se observă că intersecția este o *pătrundere*, vor exista deci două curbe de intersecție.

Punctul l_0 din spațiu al curbei superioare de intersecție se găsește la intersecția generatoarei de depărtare maximă a cilindrului vertical cu fața curbă a cilindrului orizontal. Întrucât fața curbă a cilindrului orizontal se proiectează pe planul lateral liniar, după cercul de bază, proiecția laterală l'' a punctului l_0 se va găsi la intersecția acestui cerc cu proiecția laterală a generatoarei menționate; trasându-se din l'' linii de ordine, se obține pe proiecția verticală a generatoarei de depărtare maximă a cilindrului vertical, proiecția verticală l' . Punctul 2_0 se găsește la intersecția generatoarei de abscisă minimă a cilindrului vertical cu generatoarea de cotă maximă a cilindrului orizontal. Proiecția verticală $2'$ se găsește la intersecția proiecțiilor verticale ale celor două generatoare; asemănător se determină și punctul $4'$. Curbele de intersecție din spațiu sunt formate din două părți simetrice față de planul care conține axele celor doi cilindri; o parte vizibilă $2_0 l_0 4_0$ și $6_0 5_0 8_0$ și o parte invizibilă, confundată cu prima $2_0 3_0 4_0$ și $6_0 7_0 8_0$.

În construcții, intersecții asemănătoare se întâlnesc frecvent la conductele instalațiilor, la jgheaburi, burlane etc.

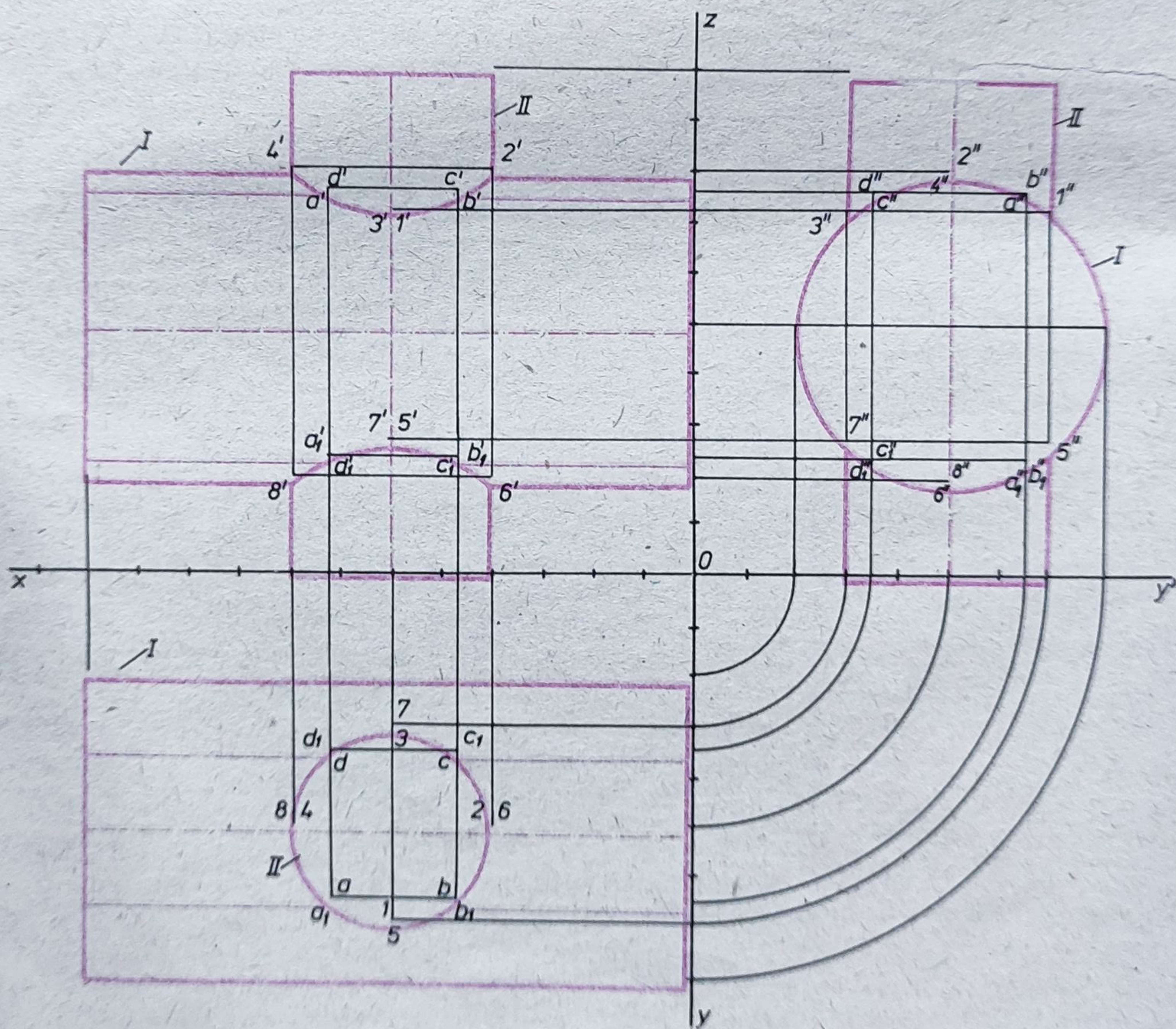


Fig. 6.21. Intersecția a doi cilindri drepti I și II — epură :
I (diametrul 6 ; lungimea 12) ; II (diametrul 4 ; lungimea 10).

Intersecția bolților cilindrice prezintă, de asemenea, curbe de intersecție identice ; astfel, *intersecția dintre două bolți cilindrice cu deschiderea inegală este o pătrundere* (fig. 6.22, a și b).

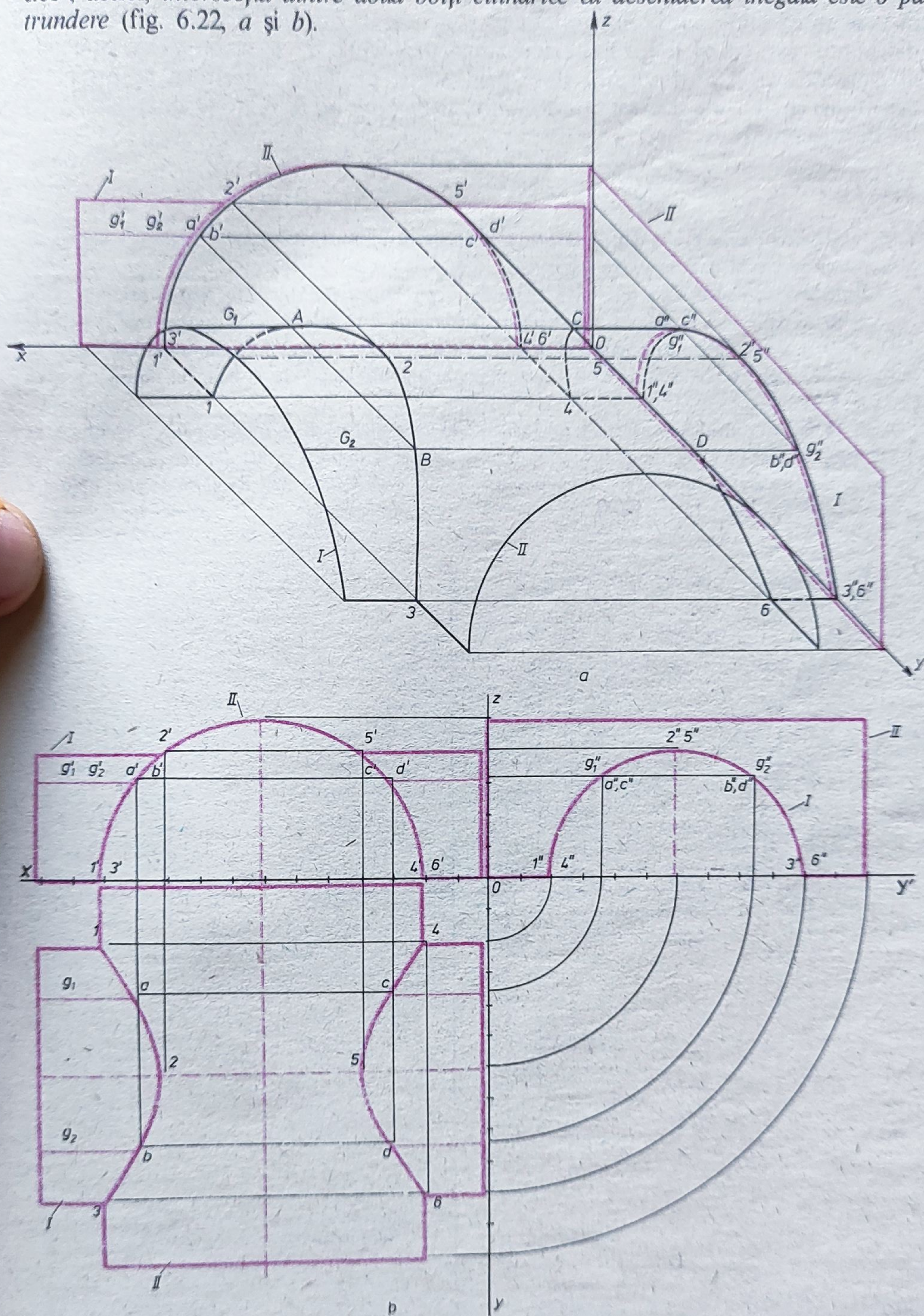


Fig. 6.22. Intersecția a două bolți cilindrice I și II :

a — perspectivă ; b — epură ; I (deschiderea arcului 8 ; lungimea 14) ; II (deschiderea arcului 10 ; lungimea 12).

Punctele intermediare pe curbele de intersecție se obțin trasând pe una din bolți, de exemplu pe cea mică, generatoarele intermediare G_1 și G_2 , situate în același plan de nivel ; intersecția proiecțiilor g'_1 și g'_2 ale acestor generatoare cu semicercul din planul vertical al bolții mari determină proiecțiile a' , b' și c' , d' ale punctelor intermediare ; liniile de ordine duse prin aceste proiecții determină pe proiecțiile orizontale g_1 , g_2 , ale acestor generatoare, proiecțiile a , b , c , d ale punctelor intermediare (epură).

Aplicații

1. Să se reprezinte grafic desfășurarea unui trunchi de piramidă, cu baza triunghi echilateral, ale cărui dimensiuni sunt date în epură (fig. 6.23).

Indicație : Se construiește mai întâi desfășurarea piramidei, corespunzătoare dimensiunilor date.

2. Să se reprezintă la scara 1 : 50 desfășurarea interioară a pereților unei încăperi cu laturile de $4,00 \times 5,00$ m și înălțimea 3,00 m, știind că pe un perete se găsește o ușă cu dimensiunea de $1,00 \times 2,10$ m, iar pe peretele opus, o fereastră de $2,00 \times 2,00$ m, ambele goluri amplasate la mijlocul zidurilor respective (fig. 6.24).

3. O baie cu dimensiunile în plan de $3,00 \times 2,40$ m se plachează cu faianță până la înălțimea de 1,50 m (fig. 6.25). Știind că ușa de $0,90 \times 2,10$ m se găsește în mijlocul unuia din pereții de 2,40 m, să se reprezinte la scara 1 : 50 desfășurarea suprafeței placate și să se determine numărul de plăci necesare (o placă are dimensiunile 15×15 cm).

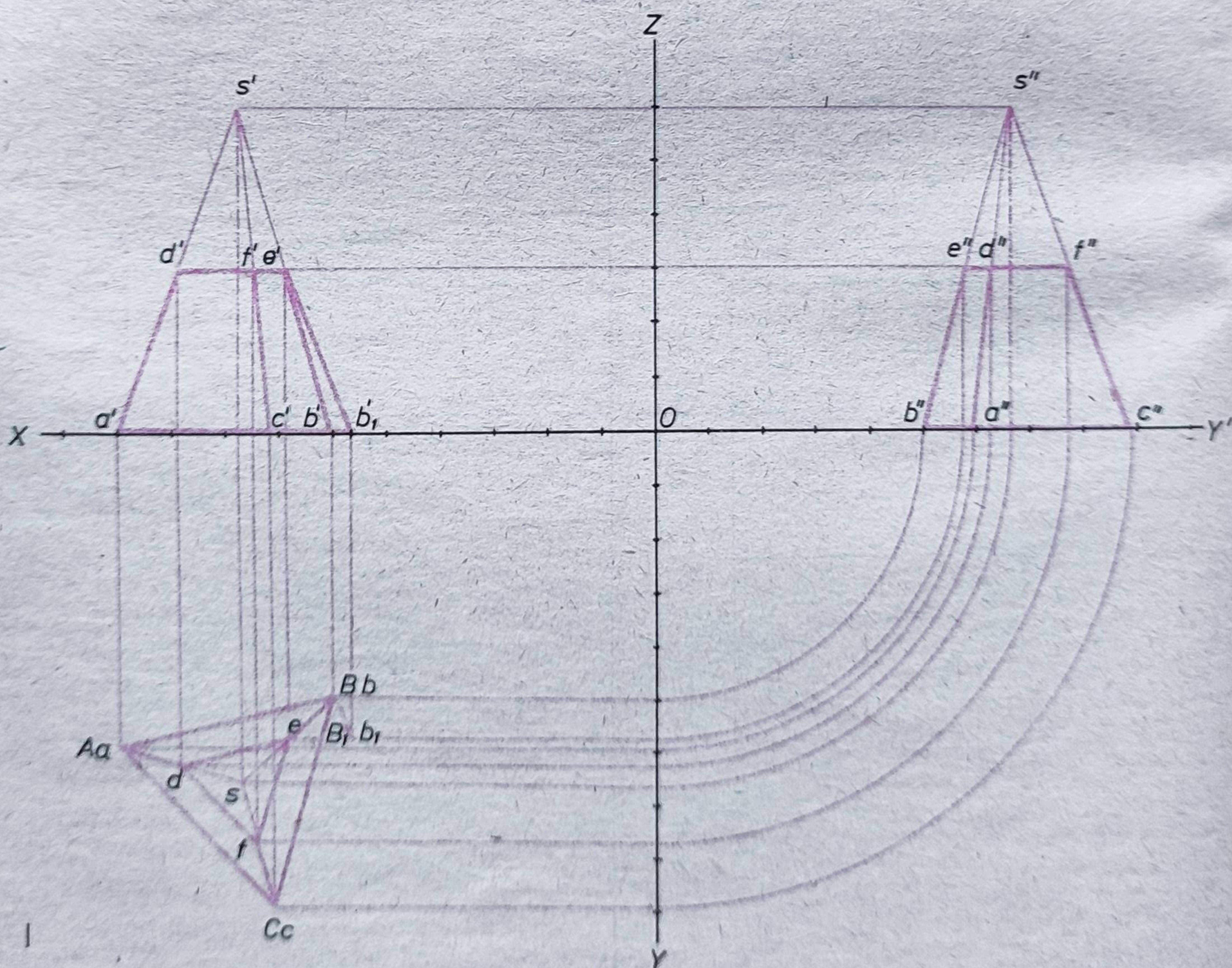


Fig. 6.23. Epura trunchiului de piramidă ;
 $A(10, 6, 0)$; $B(6, 5, 0)$; $h = 3$; $h_{\text{piramidă}} = 6$.

4. Să se reprezinte în epură, la scara 1 : 20, un stâlp din beton armat de secțiune hexagonală cu latura de 0,40 m și înălțimea de 2,50 m.

5. Să se reprezinte la scara 1 : 20 secționarea cu un plan de profil a unui corp de scară având dimensiunile date în dublă proiecție ortogonală (fig. 6.26).

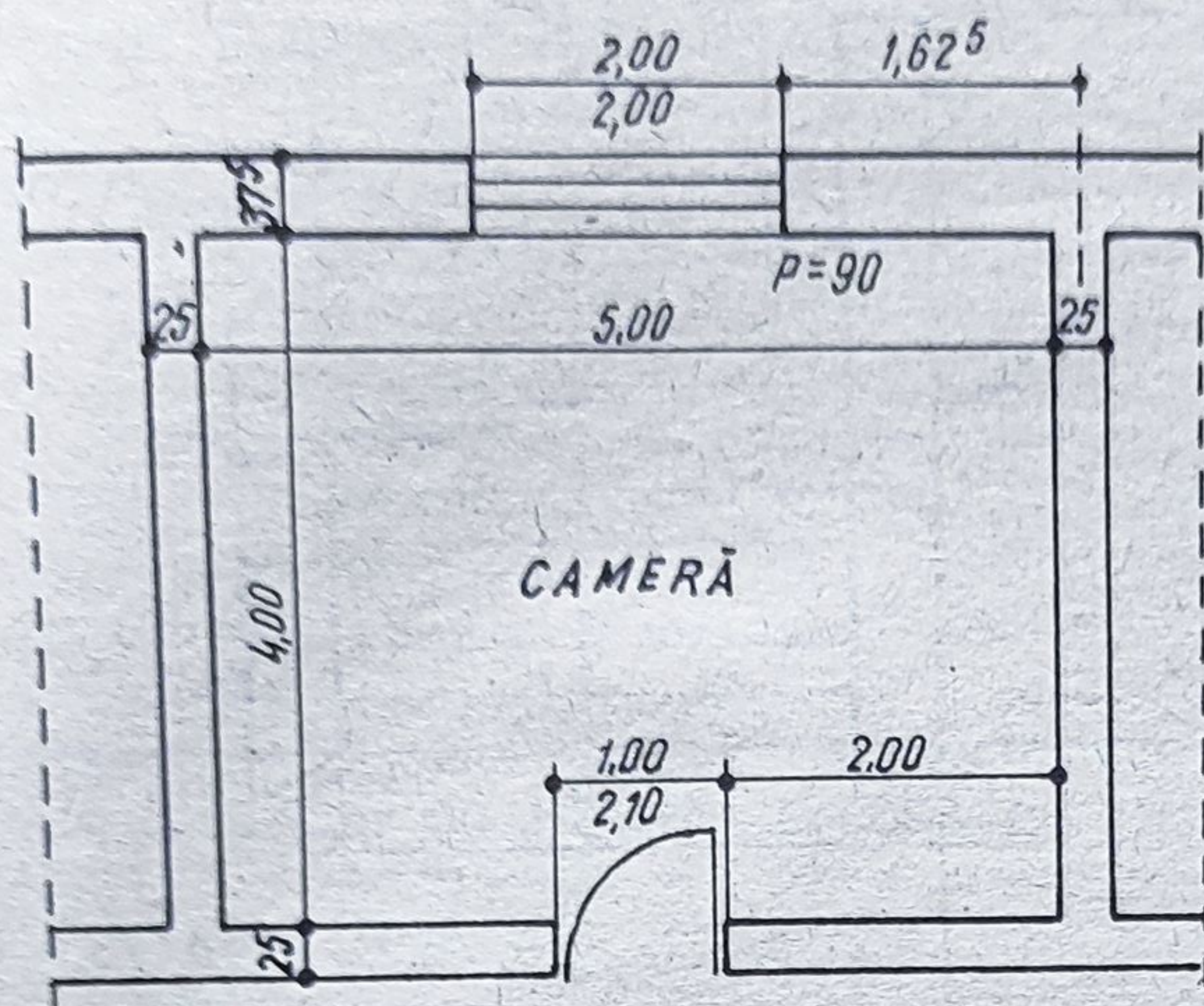


Fig. 6.24. Planul unei camere.

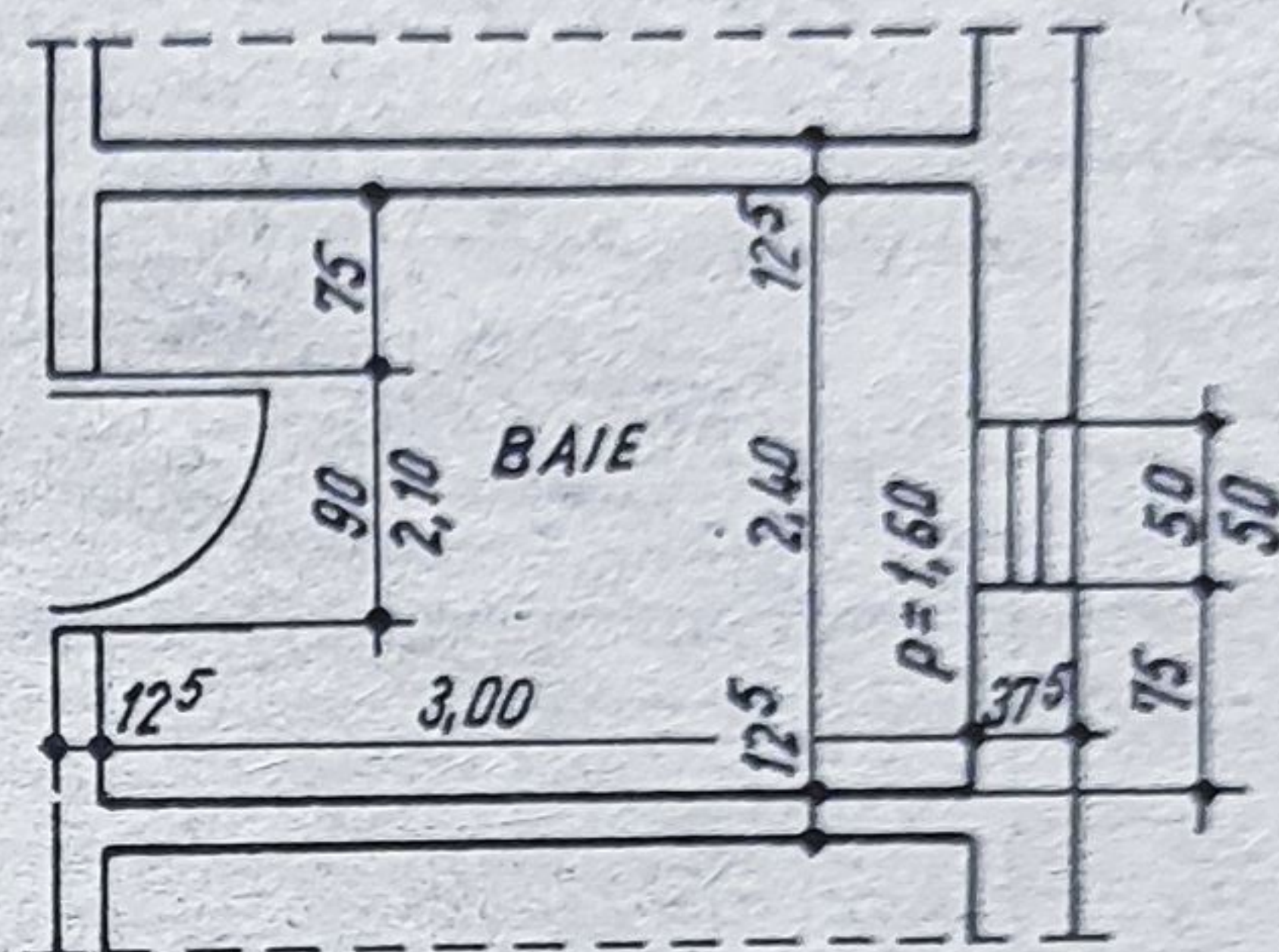


Fig. 6.25. Planul unei camere de baie.

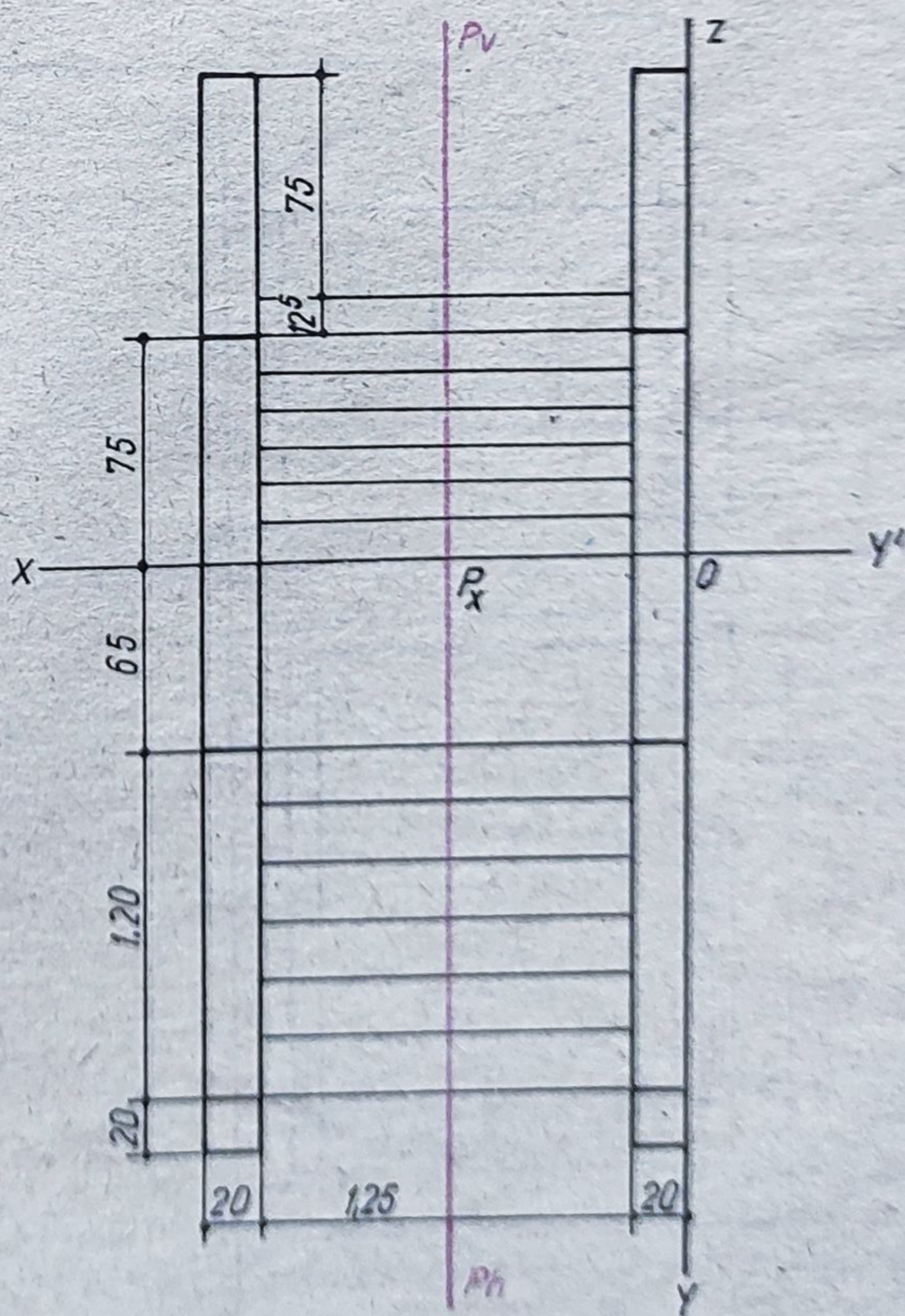


Fig. 6.26. Reprezentarea unui corp de scară în dublă proiecție ortogonală (orizontală, verticală).

6. Să se construiască proiecția orizontală la scara 1 : 20 a unui corp de scară ale cărui dimensiuni apar în proiecție laterală și pe un plan frontal de secționare (fig. 6.27).

7. Să se construiască la scara 1 : 50 proiecția în plan lateral a unei construcții reprezentată cu dimensiunile respective, în dublă proiecție ortogonală (fig. 6.28).

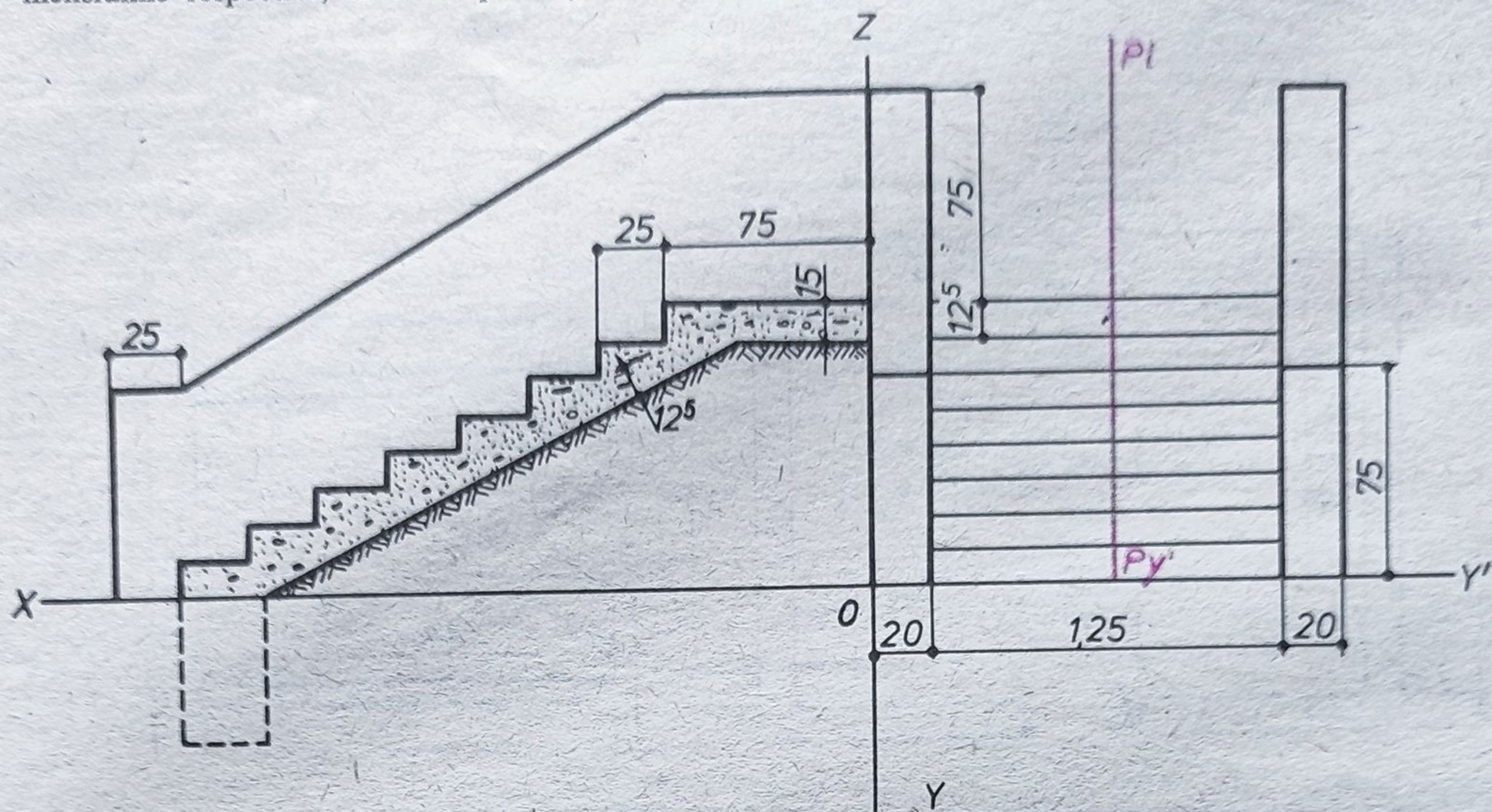


Fig. 6.27. Reprezentarea unui corp de scară secționat cu un plan frontal, în proiecție verticală și laterală.

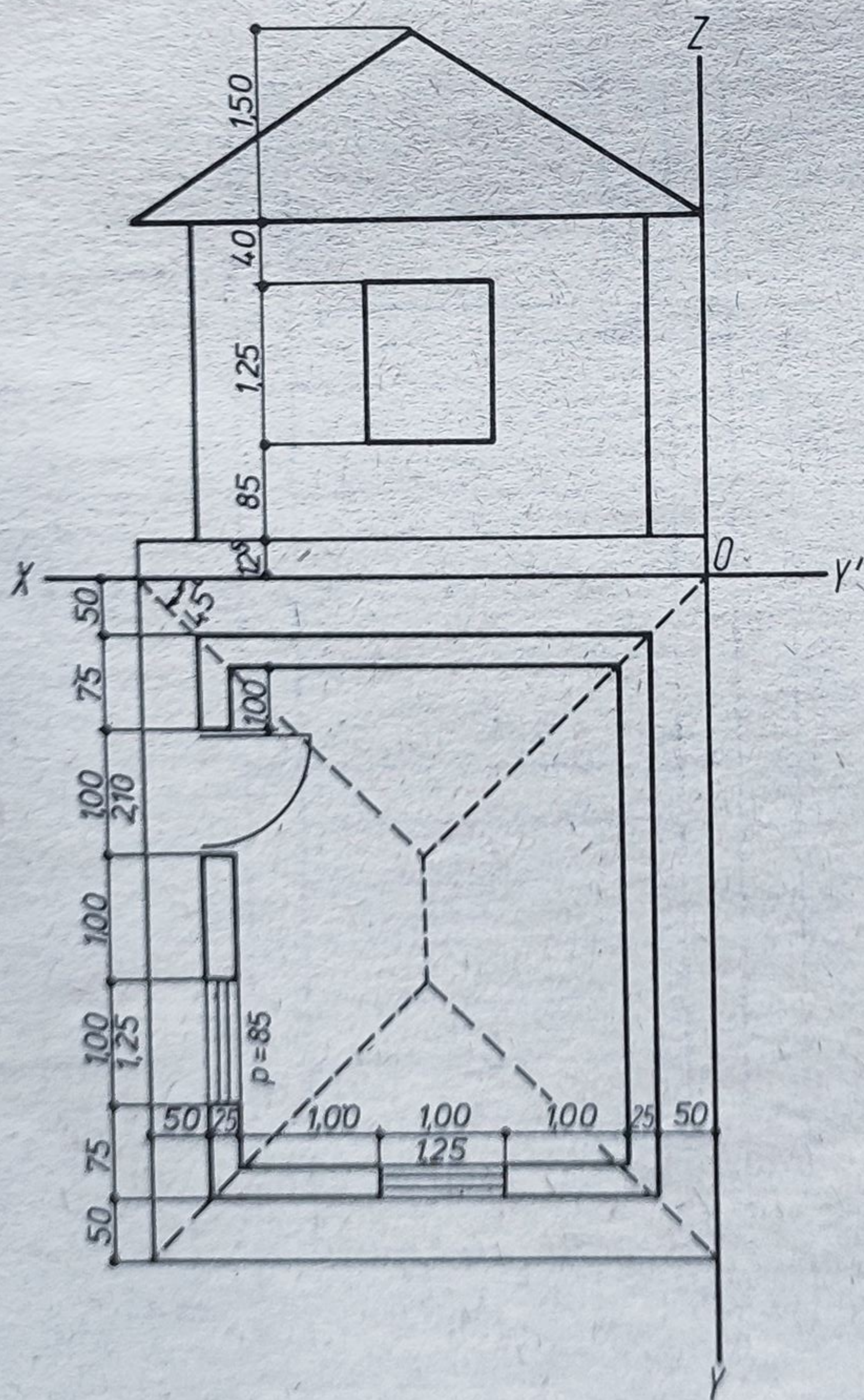


Fig. 6.28. Reprezentarea unei construcții în dublă proiecție ortogonală.

8. Să se construiască secțiunea orizontală (planul) la scara 1 : 50 a unei construcții cu dimensiunile date în proiecția verticală și laterală (fig. 6.29).

9. Să se reprezinte în epură, intersecția unei drepte L , având două puncte de coordonate date, $R(0, 1, 3)$ și $P(15, 10, 0)$ cu un tetraedru cu vârfurile de coordonate : $S(4, 3, 6)$; $A(12, 3, 0)$; $B(12, 9, 0)$; $C(4, 3, 0)$; se lucrează în cm.

Indicație : Intersecția dintre proiecția l' a drepte și proiecția liniară $s'a'b'$, a feței SAB (perpendiculară pe planul vertical) determină proiecția unui punct de intersecție în planul vertical ; intersecția dintre proiecția l a drepte și proiecția sbc a feței SBC (perpendiculară pe planul orizontal) determină proiecția în planul orizontal al celui de-al doilea punct de intersecție.

10. Să se reprezinte în epură intersecția unei drepte de nivel L , având două puncte de coordonate date, $T(13, 3, 4)$ și $R(0, 11, 4)$, cu un con circular drept cu cercul de bază de rază 3 și vârful S de coordonate 7, 6, 7 ; se lucrează în cm.

Indicație : se determină întâi proiecțiile orizontale ale intersecțiilor dintre con și dreaptă, care corespund intersecțiilor dintre proiecția orizontală l a drepte și proiecția orizontală a secțiunii prin con realizată cu un plan de nivel ce trece prin dreaptă (un cerc al cărui diametru este determinat în plan vertical de urma P_v a planului de nivel, cuprinsă în proiecția verticală a conului).

11. Să se reprezinte în epură, la scara 1 : 200, proiecțiile unui acoperiș ce acoperă două corpuri de clădire, ale căror dimensiuni sunt date în proiecția orizontală, în m (fig. 6.30). Acoperișurile în două pante au înclinarea față de planul orizontal de 45° .

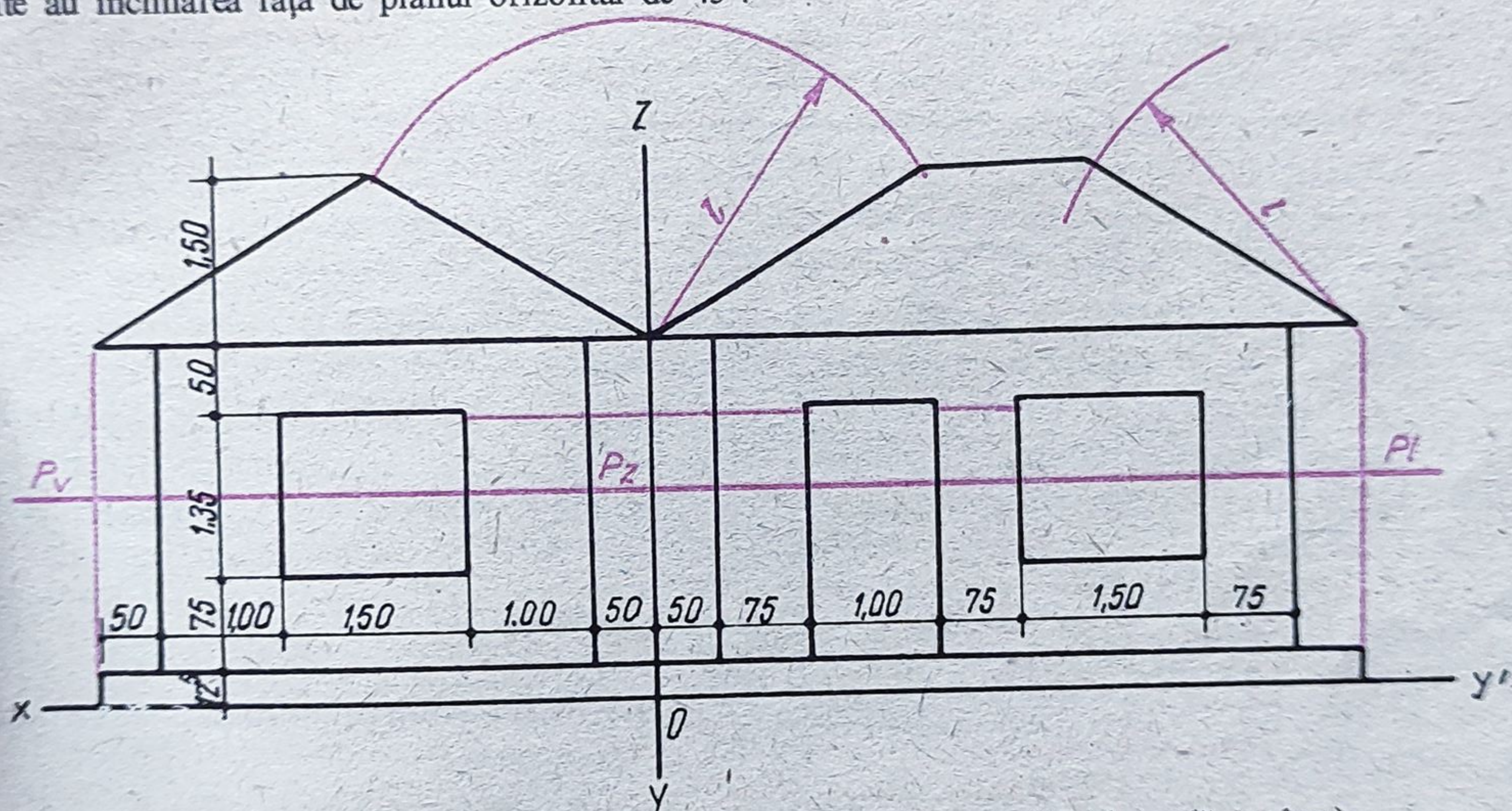


Fig. 6.29. Reprezentarea unei construcții în proiecție verticală și laterală (vedere).

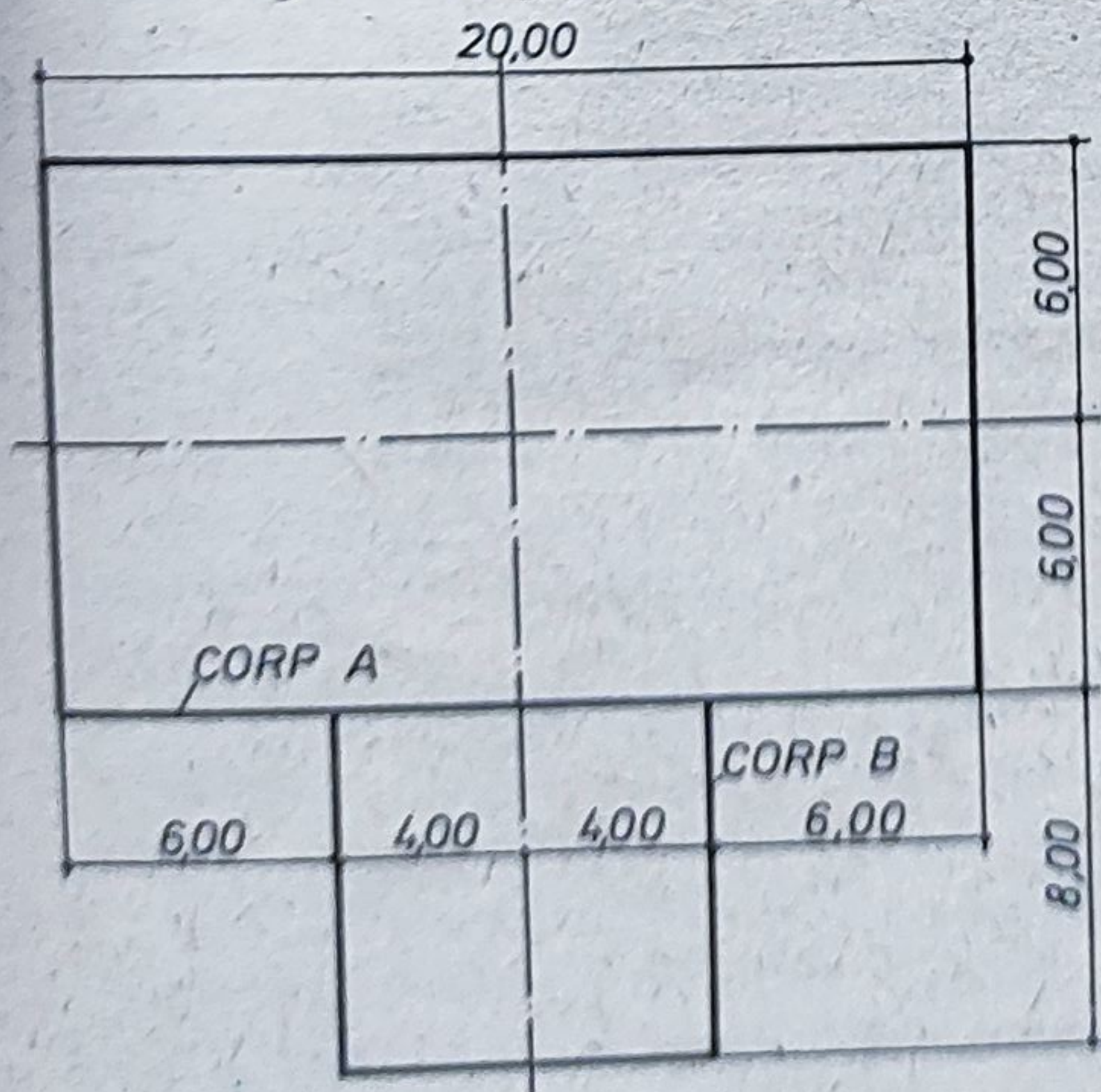


Fig. 6.30. Proiecția orizontală a două corpuri de clădire.

12. Să se reprezinte grafic în epură, la scara 1 : 20, proiecția laterală a intersecției dintre două grinzi de secțiune pătrată ale căror dimensiuni sunt date în proiecție orizontală și verticală (fig. 6.31).

13. Să se reprezinte în epură, intersecția a două bolți cilindrice de deschidere egală, fiind date : lungimea bolților 14 ; diametrul arcului bolților 10. Se lucrează în cm.

14. Să se reprezinte în epură, la scara 1 : 50, proiecția orizontală (vedere de sus) a unui ansamblu format din trei corpuri de acoperiș ale căror dimensiuni sunt date în proiecția verticală și laterală (fig. 6.32).

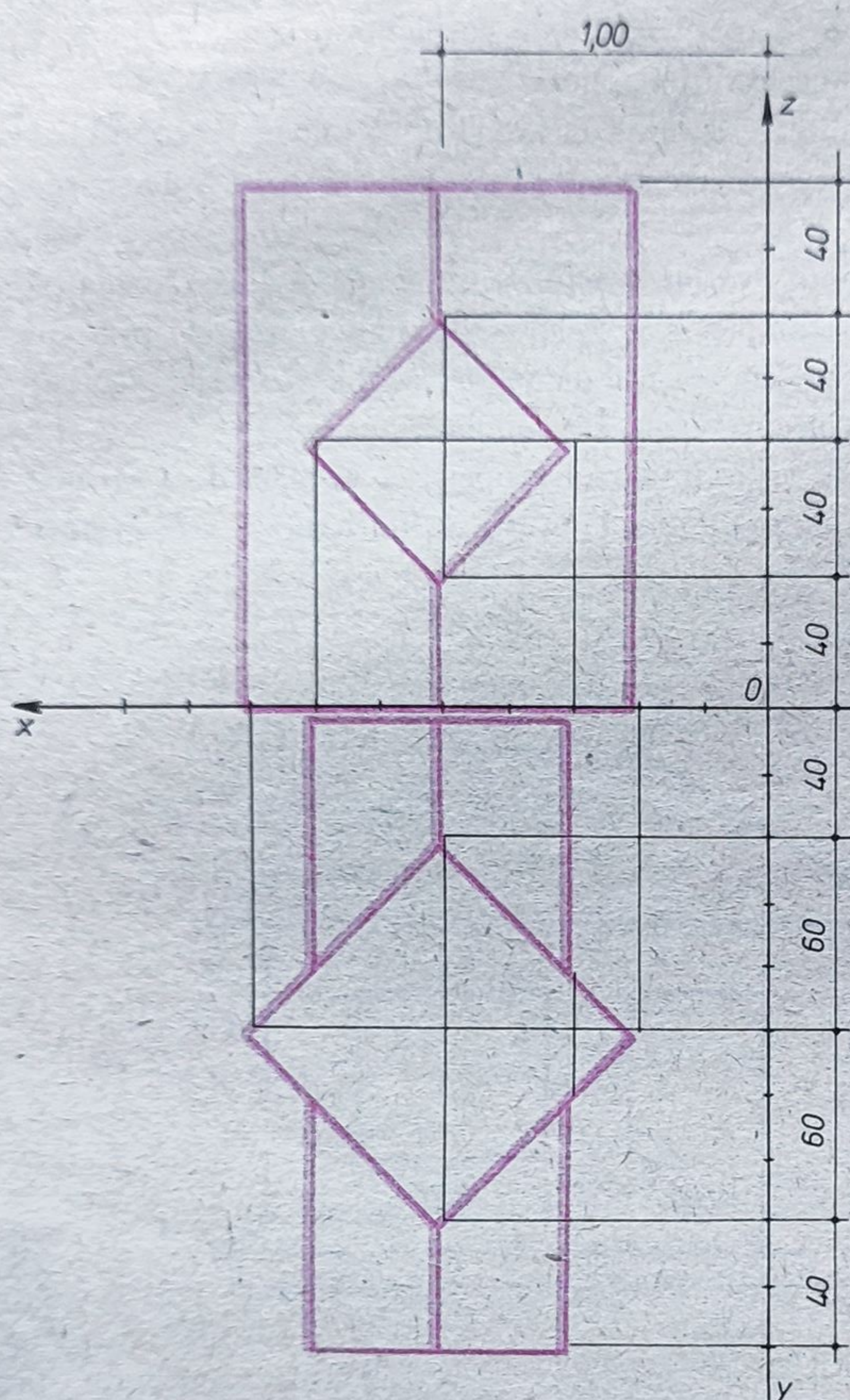


Fig. 6.31. Proiecția orizontală și verticală a două grinzi de secțiune pătrată.

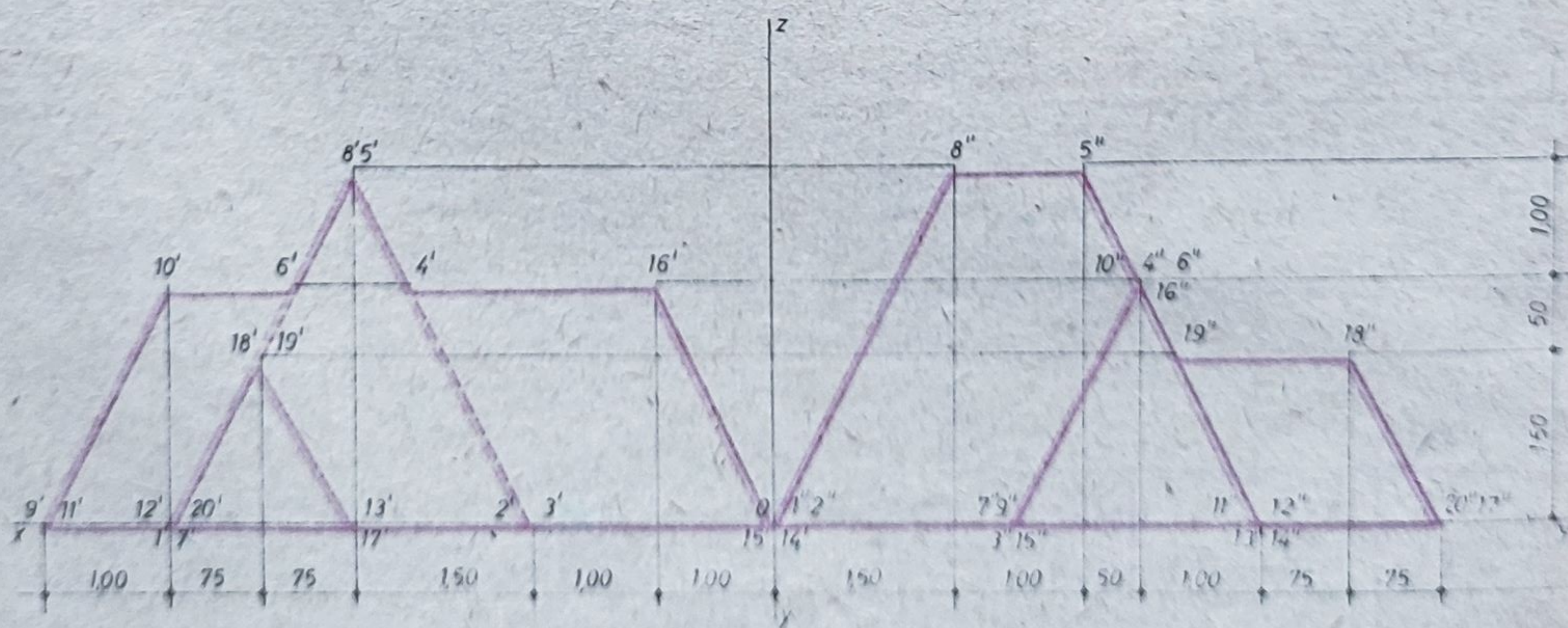


Fig. 6.32. Proiecția verticală și laterală a unui acoperiș compus din trei corpuri

CAPITOLUL 7

REPREZENTAREA AXONOMETRICĂ

Proiecțiile ortogonale fiind reprezentări grafice în două dimensiuni, nu redau imaginea volumetrică tridimensională a obiectelor din spațiu : această imagine se deduce numai intuitiv, prin citirea și interpretarea tuturor proiecțiilor obiectului.

Perspectiva în proiecție centrală (conică) redă imaginea obiectului pe un singur plan de proiecție așa cum o înregistrează ochiul omenesc, însă nu permite determinarea exactă a formei și dimensiunilor obiectului, din cauza deformațiilor rezultate în redarea lungimilor, unghiurilor și paralelismelor dreptelor din spațiu.

În practica proiectării și executării lucrărilor de construcții este necesar să se reprezinte imagini ale obiectelor cât mai apropiate de cele înregistrate de ochi, dar care să poată reda și forma și dimensiunile exacte ale obiectelor, imagini pe care să se poată efectua și măsurători directe. O astfel de reprezentare perspectivă este oferită de proiecția axonometrică, unde obiectul este proiectat pe un plan de proiecție împreună cu axele de coordonate la care este raportat în spațiu.

Reprezentarea axonometrică folosește proiecția paralelă ortogonală sau oblică și se face pe un plan de proiecție a cărui poziție se poate lua cât mai convenabil față de obiectul reprezentat.

7.1. ELEMENTELE REPREZENTĂRII AXONOMETRICE

Pentru realizarea unei imagini axonometrice a obiectelor pe un plan numit *tablou axonometric*, trebuie cunoscute *forma și dimensiunile geometrice* care alcătuiesc obiectul (raportate la sistemul de coordonate OX, OY, OZ din spațiu), *pozițiile proiecțiilor din tablou ale axelor ortogonale de coordonate din spațiu* (proiecții numite *axe-imagine* și notate cu O_1X_1, O_1Y_1, O_1Z_1) și *mărimile proiecțiilor pe cele trei axe-imagine ale unităților de coordonate din spațiu* (proiecții numite *unități-imagine* și notate cu Ux_1, Uy_1, Uz_1).

Forma și dimensiunile elementelor geometrice ale obiectului, raportate la sistemul de axe ortogonale, se determină prin reprezentarea lor în dublă proiecție ortogonală.

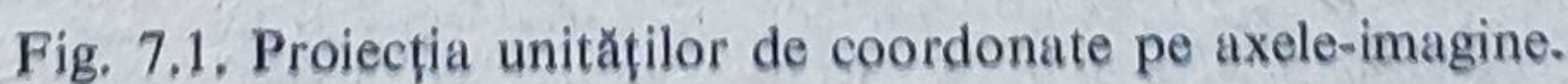
Poziția axelor-imagine pe tabloul axonometric este determinată de direcția de proiecție aleasă — ortogonală sau oblică pe tablou — și pe poziția în care este așezat triedrul de proiecție în raport cu tabloul axonometric.

Având direcția de proiecție și poziția axelor-imagine stabilite, mărimea unităților-imagine pe axele tabloului este determinată de unghiul pe care îl face fiecare axă a triedrului cu proiecția ei din tablou ; când acest unghi este egal cu zero (axa

Fiind stabilite și mărimile unităților-imagine pe cele trei axe axonometrice, se poate construi reprezentarea axonometrică a unui obiect, construindu-se pe rând pozițiile raportate la axele tabloului ale fiecărui punct sau element geometric caracteristic al obiectului, în funcție de coordonatele lui.

În funcție de relațiile existente între cele trei unghiuri formate de axele din spațiu cu axele tabloului, se deosebesc trei tipuri de proiecții axonometrice :

- *izometrice*, în care unghiurile sunt egale între ele și determină proiecții identice, pe cele trei axe ale unităților de coordonate din spațiu ($Ux_1 = Uy_1 = Uz_1$);
- *dimetrice*, în care numai două din unghiuri sunt egale, determinând unități imagine-egale, numai pe două axe (de exemplu, $Ux_1 = Uz_1 \neq Uy_1$, fig. 7.1);
- *anizometrice*, în care unghiurile sunt diferite între ele, determinând unități imagine diferite pe cele trei axe ale tabloului ($Ux_1 \neq Uy_1 \neq Uz_1$).



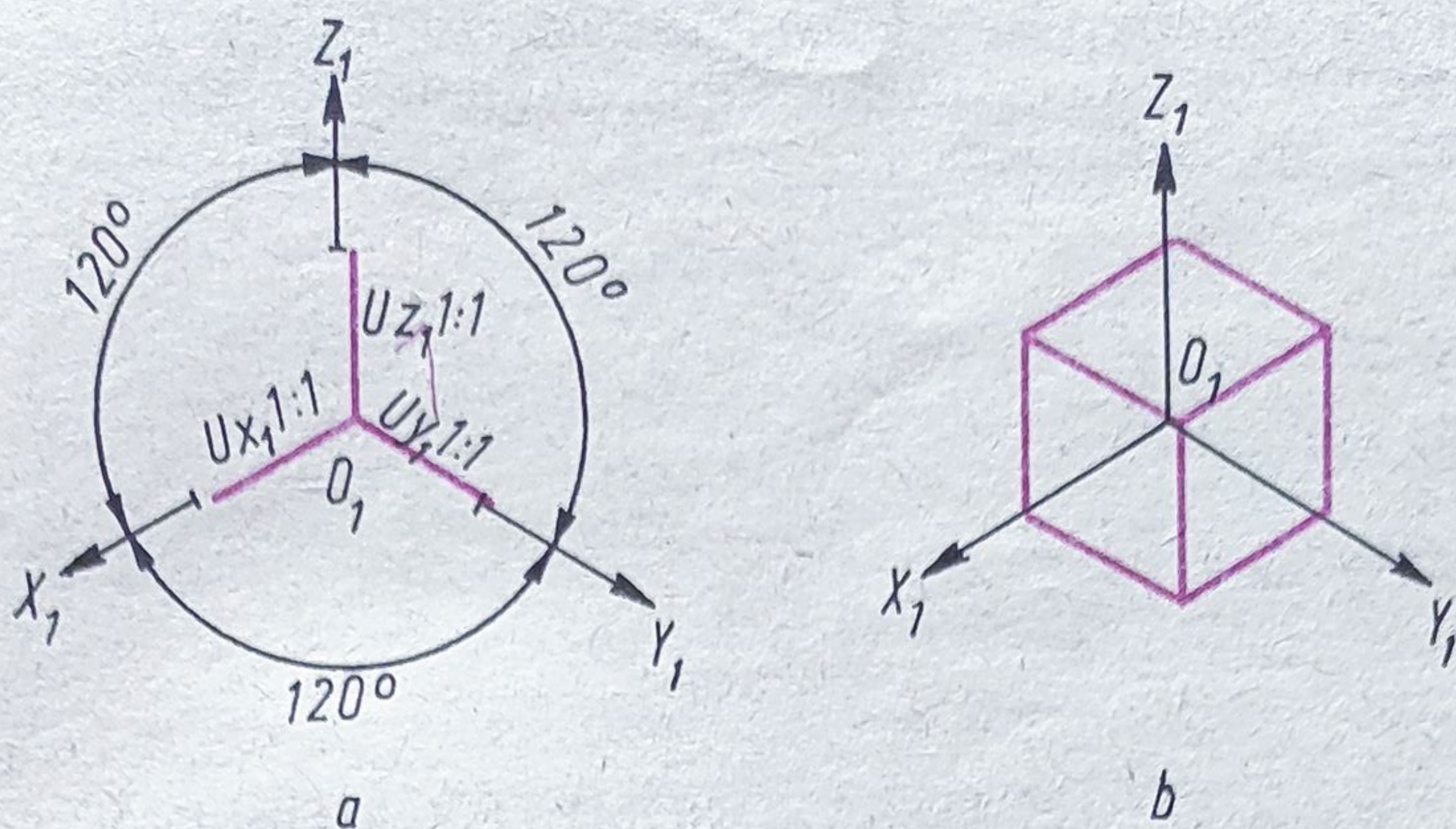


Fig. 7.2. Proiecția axonometrică ortogonală izometrică :

a — unitățile-imagini ; *b* — proiecția cubului.

7.2. PROIECȚIA AXONOMETRICĂ ORTOGONALĂ

În cazul direcției de proiecție perpendiculară pe tabloul axonometric, în funcție de poziția în care se așază triedrul de proiecție din spațiu în raport cu tabloul, se pot obține proiecții axonometrice izometrice, dimetrice și anizometrice.

În *proiecția axonometrică ortogonală izometrică* (fig. 7.2), unghiurile formate de axele din spațiu cu proiecțiile lor din tablou sunt egale și diferite de 0 ; unitățile-imagini vor fi egale pe cele trei axe-imagini, fiind proiectate cu același coeficient de deformare (0,82) :

$$Ux_1 = Uy_1 = Uz_1 = 0,82 Ux, y, z$$

Unghiul dintre axele imagini este egal cu 120° .

Deseori, pentru simplificarea construcției izometrice, se consideră unitatea-imagini egală cu unitatea de coordonate din spațiu ($Ux_1, y_1, z_1 = Ux, y, z$).

În *proiecția axonometrică ortogonală dimetrică* (fig. 7.3), numai axele Ox și Oz formează unghiuri identice cu axele imagini respective din tablou ; unitățile imagini sunt identice pe aceste axe, fiind proiectate cu același coeficient de deformare (0,94) :

$$Ux_1 = Uz_1 = 0,94 Ux, z.$$

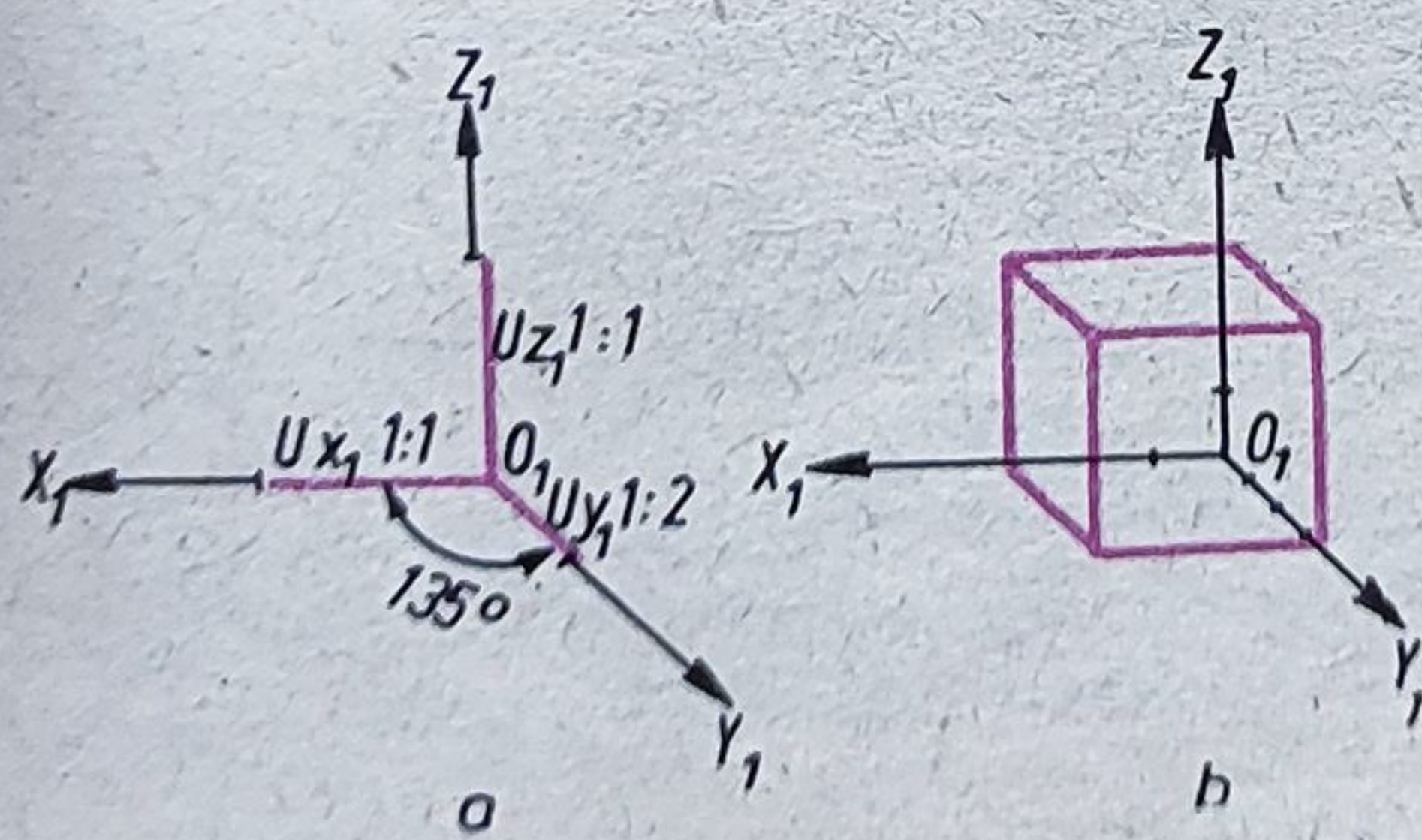


Fig. 7.3. Proiecția axonometrică ortogonală dimetrică :

a — unitățile-imagini ; *b* — proiecția cubului.

Pentru simplificarea construcției dimetrice, axele O_1X_1 , O_1Z_1 se reprezintă perpendiculare între ele, iar unitățile-imagini de pe aceste axe, egale cu unitățile de coordonate din spațiu ($Ux_1 = Uz_1 = Ux, z$).

Pe axa O_1Y_1 , unitățile-imagini se proiectează la jumătate din valoarea lor de

pe axele O_1X_1 și O_1Z_1 ($Uy_1 = \frac{1}{2} Ux_1, z_1$).

În proiecția axonometrică ortogonală anizometrică, axele din spațiu formează cu axele respective din tablou unghiuri diferite ; unitățile-imagine vor avea valori diferite pe cele trei axe-imagine :

$$U_{x_1} \neq U_{y_1} \neq U_{z_1}.$$

7.3. PROIECȚIA AXONOMETRICĂ OBLICĂ

Axele triedrului se pot poziționa în raport cu tabloul axonometric și cu direcția oblică de proiecție, astfel încât să determine pe axele-imagine unități-imagine izometrice, diametrice sau anizometrice. De obicei, în proiecția axonometrică oblică triedrul se așază cu planul vertical sau orizontal paralel cu tabloul axonometric.

7.3.1. PROIECȚIA AXONOMETRICĂ OBLICĂ FRONTALĂ (PERSPECTIVA CAVALIERĂ)

Imaginea se obține pe un tablou frontal, paralel cu axele OZ și OX din spațiu ; axele-imagine O_1X_1 , O_1Z_1 fac între ele un unghi de 90° , iar axa O_1Y_1 apare proiectată după o direcție oarecare. Se recomandă ca direcția oblică de proiecție să facă același unghi cu axele OX și OZ din spațiu ; în acest fel, O_1Y_1 se va proiecta sub același unghi față de proiecțiile O_1Z_1 și O_1X_1 .

Unitățile-imagine vor avea următoarele valori : $U_{x_1} = U_{z_1} = U_{x, z}$; U_{y_1} , se poate lua arbitrar sau $U_{y_1} = \frac{1}{2} U_{x_1, z_1}$ (fig. 7.4, *a* și *b*). Unitățile-imagine se pot lua și izometrice, însă în acest caz imaginea apare deformată pe direcția O_1Y_1 (fig. 7.5, *a* și *b*).

Proiecțiile pe direcțiile O_1X_1 și O_1Z_1 se reprezintă în formă și mărime identice cu cele din epură.

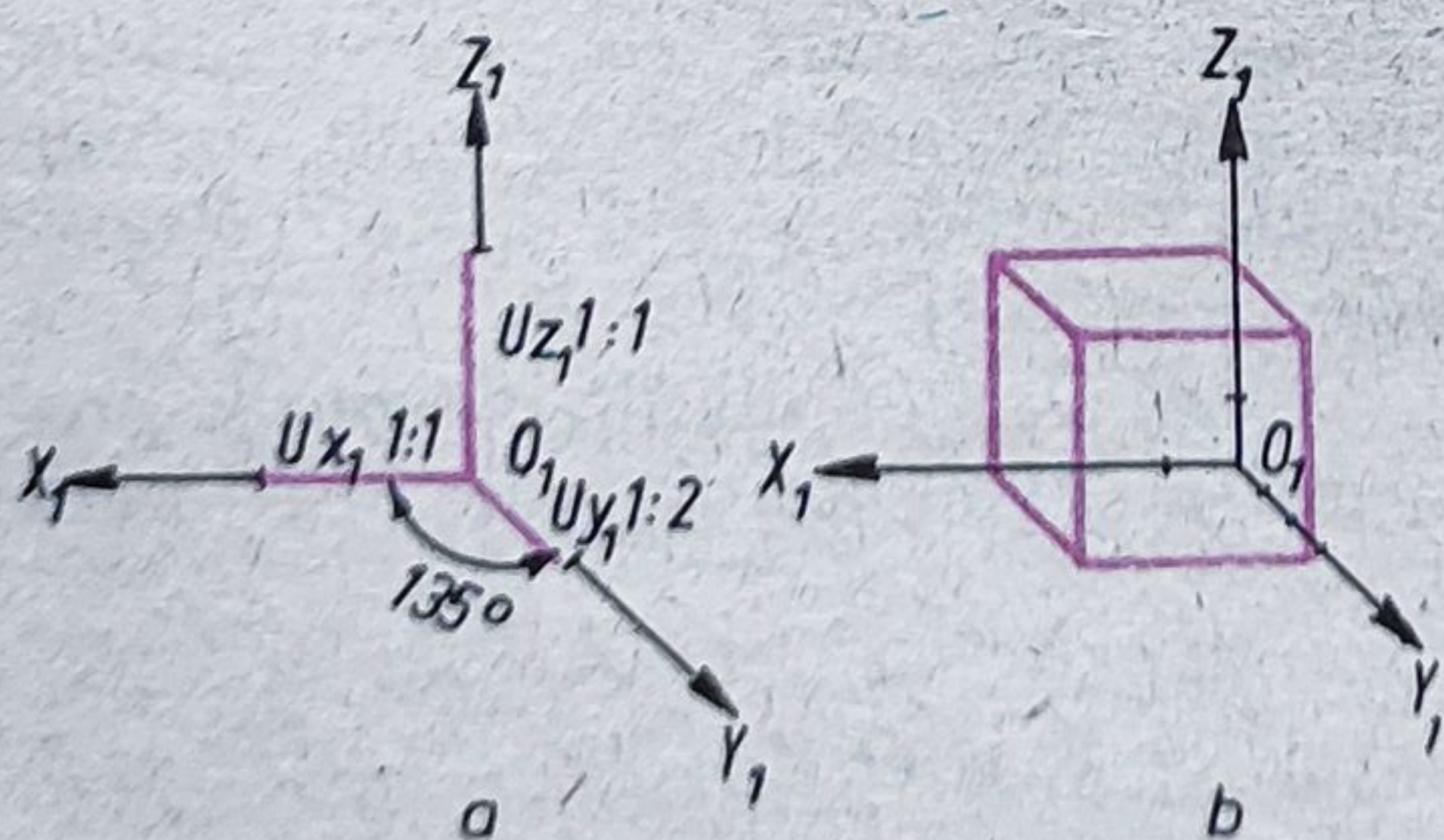


Fig. 7.4. Proiecția axonometrică oblică frontală dimetrică :

a — unitățile imagine ; *b* — proiecția cubului.

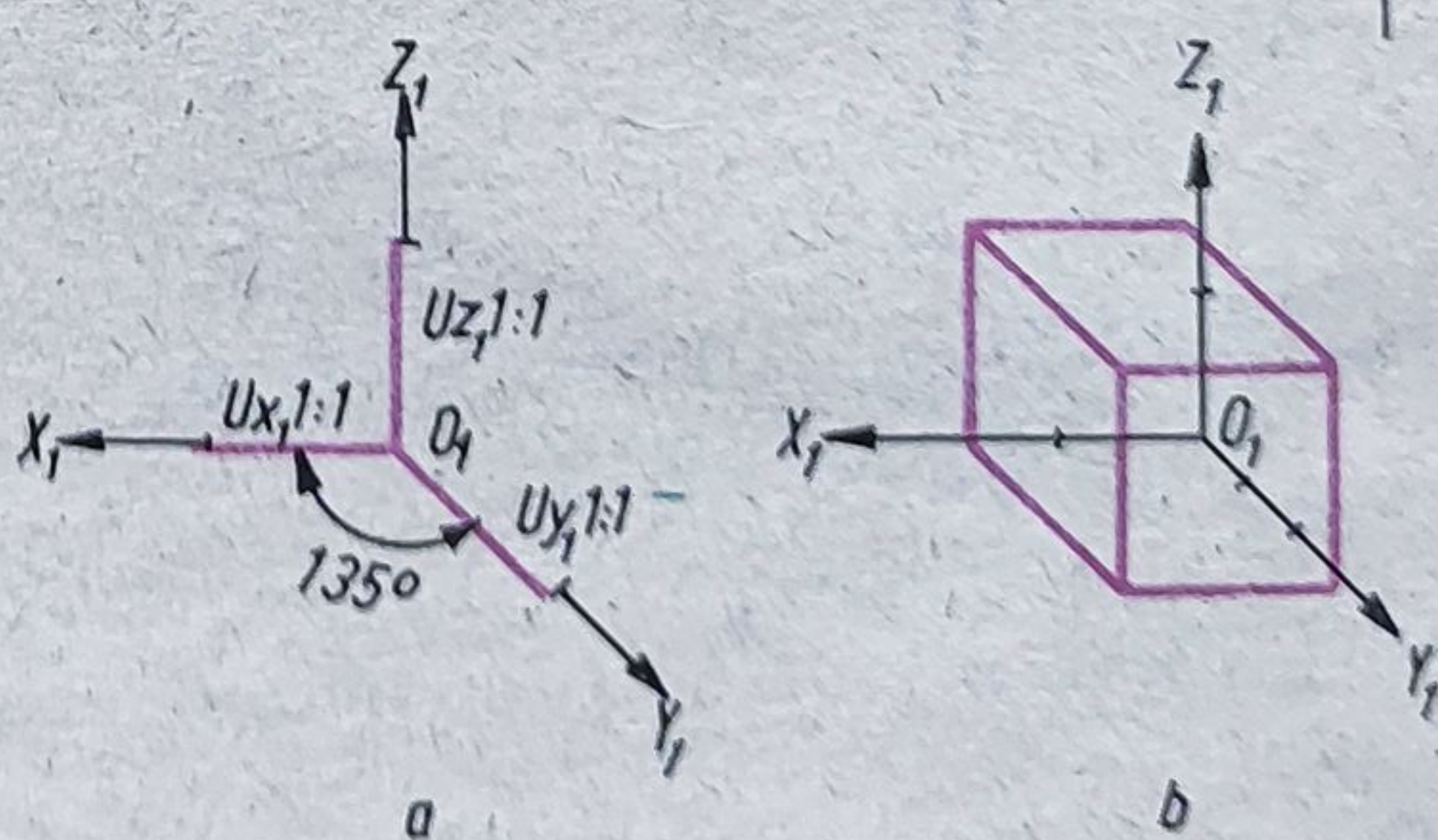


Fig. 7.5. Proiecția axonometrică oblică frontală izometrică :

a — unitățile imagine ; *b* — proiecția cubului.

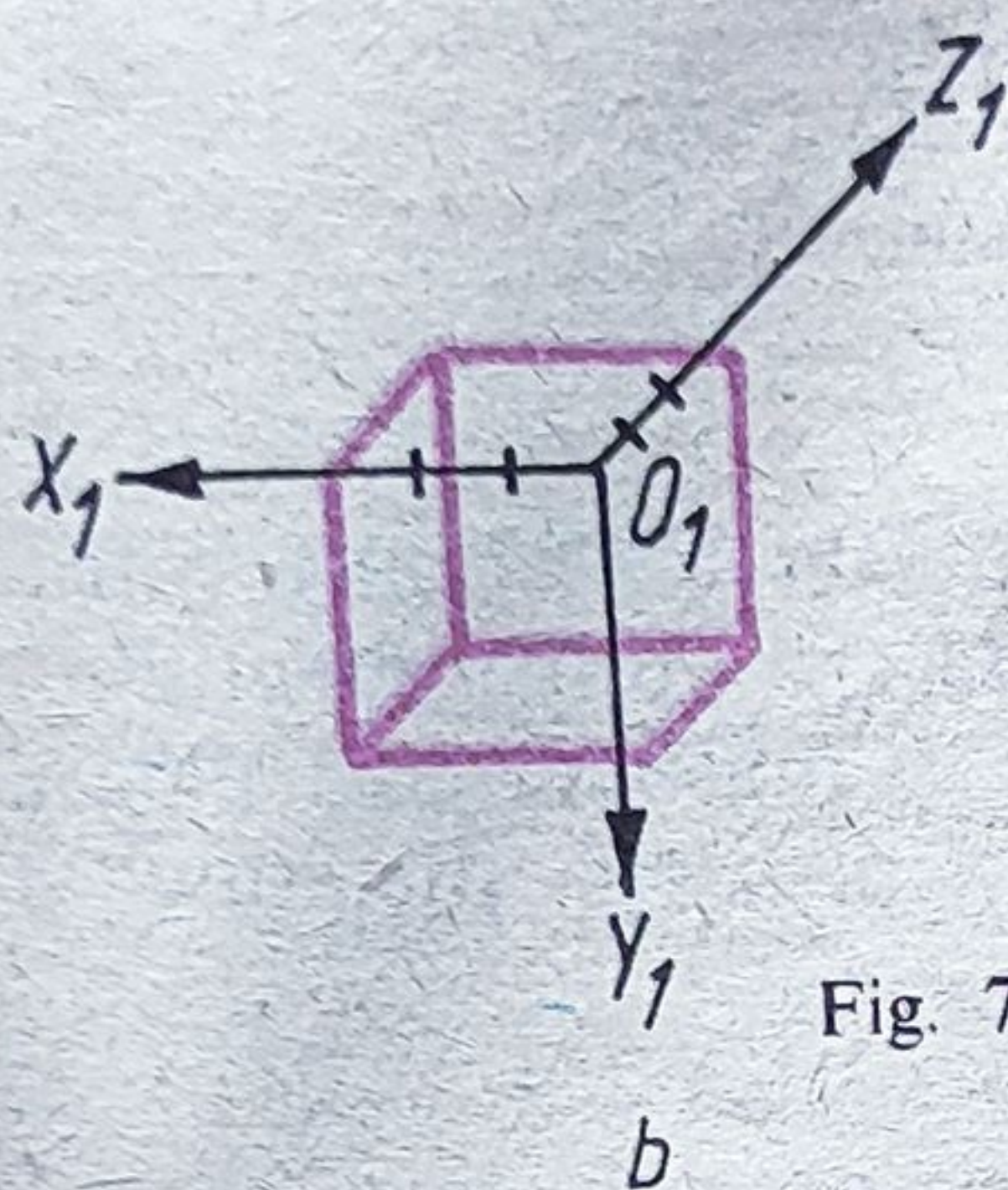
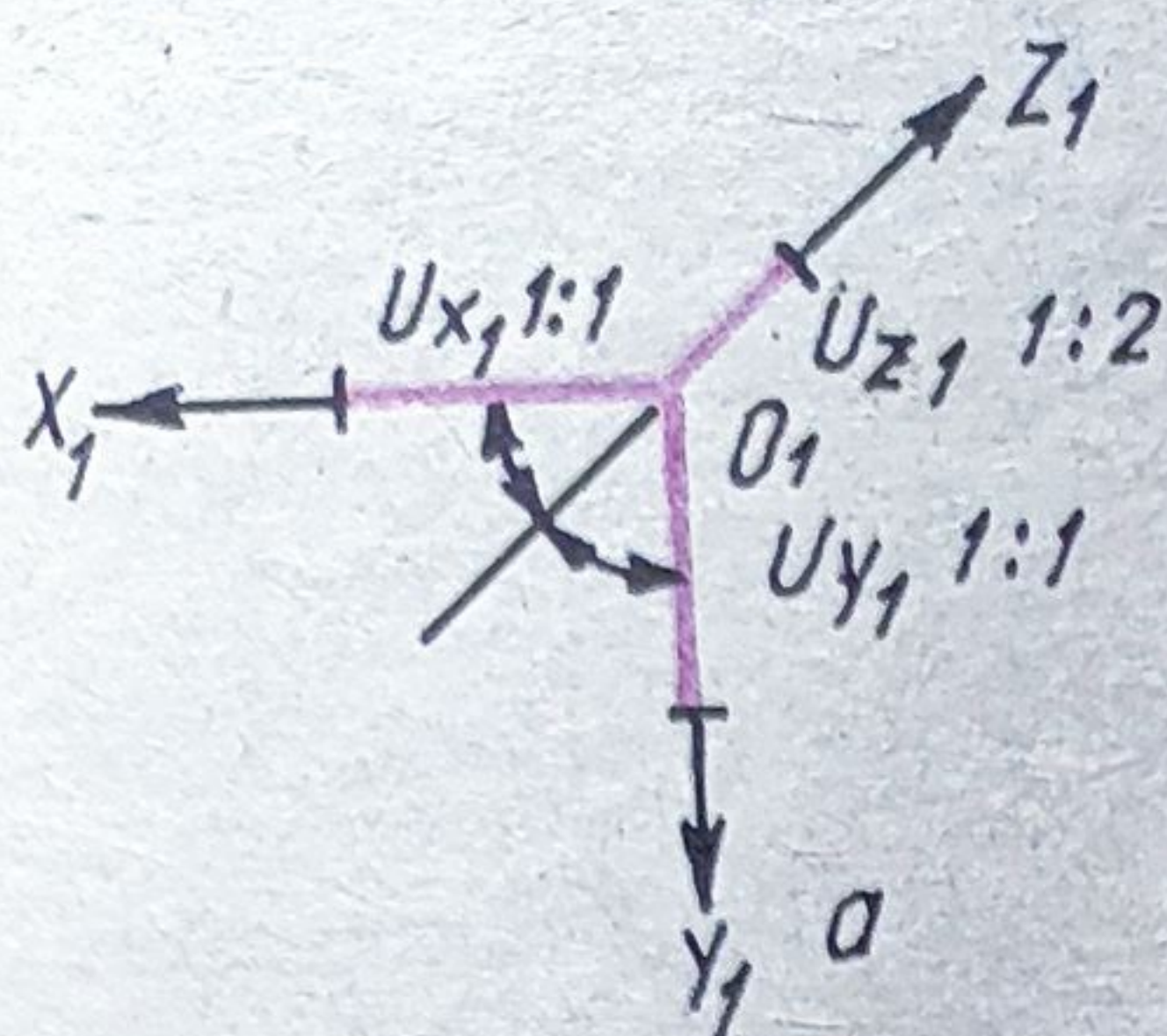


Fig. 7.6. Proiecția axonometrică oblică orizontală dimetrică :

a — unitățile-imagine ; b — proiecția cubului.

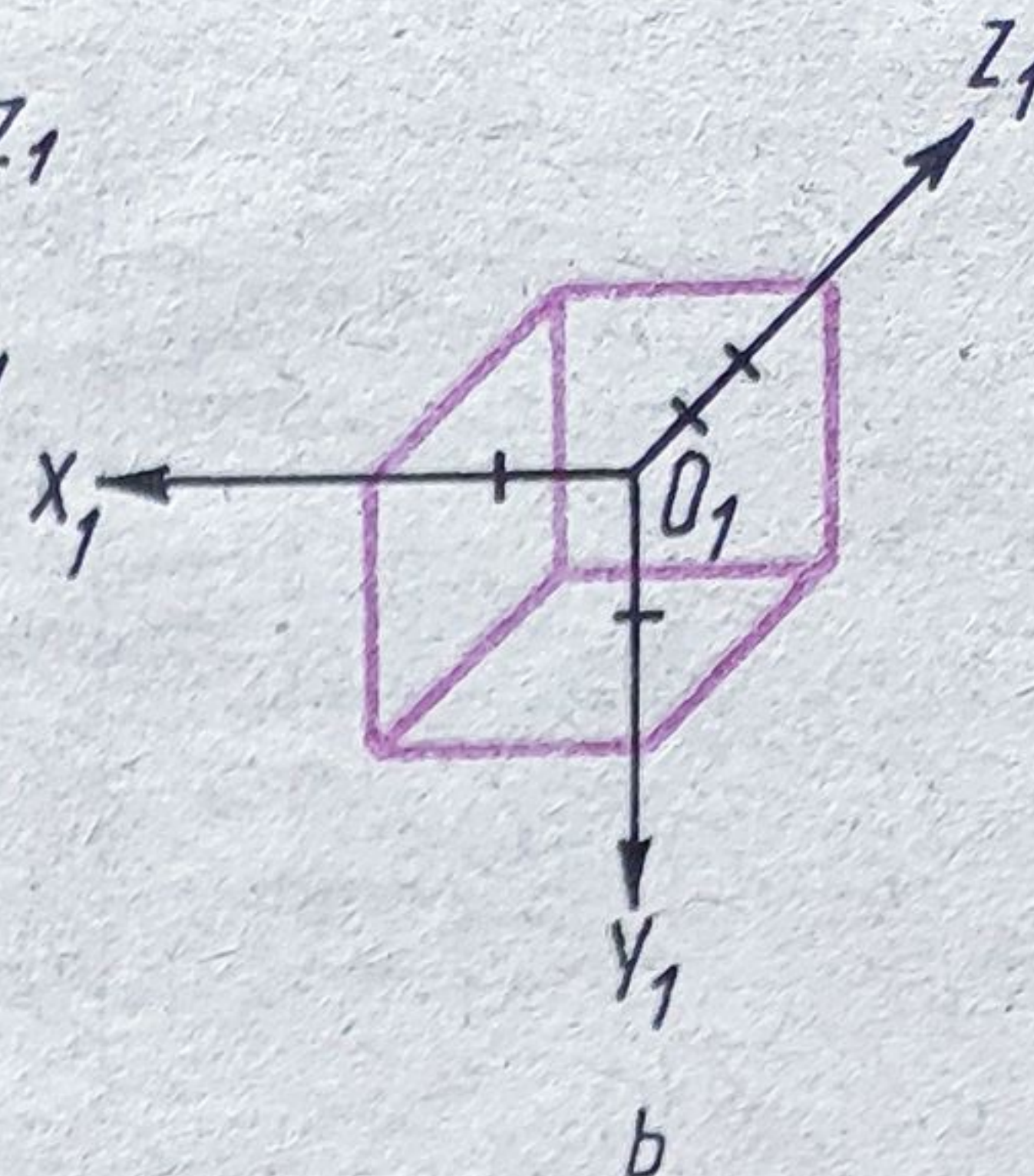
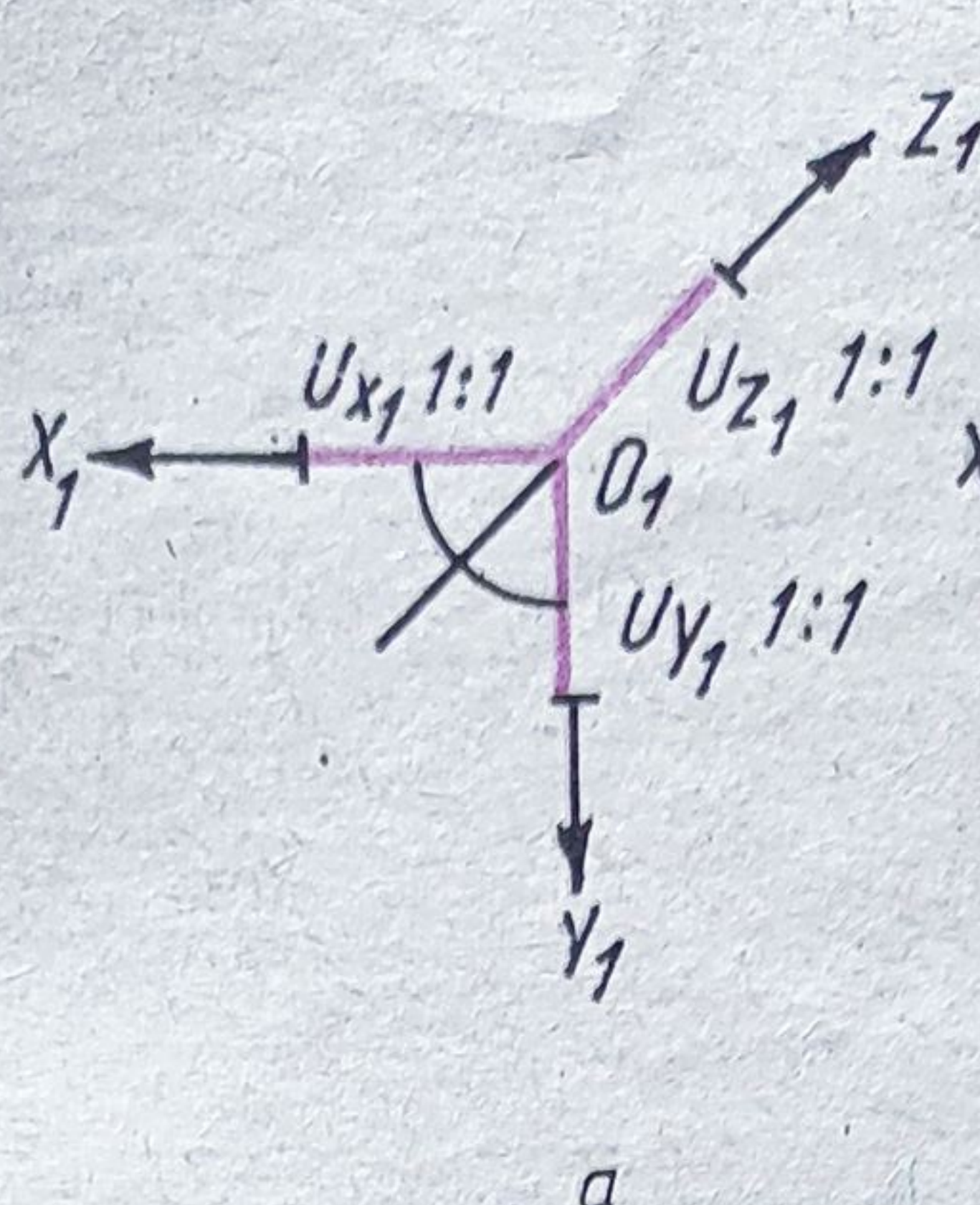


Fig. 7.7. Proiecția axonometrică oblică orizontală izometrică :

a — unitățile-imagine ; b — proiecția cubului.

7.3.2. PROIECȚIA AXONOMETRICĂ OBLICĂ ORIZONTALĂ

Imaginea se obține pe un tablou axonometric orizontal, paralel cu axele OX și OY din spațiu ; axele imagine O_1X_1 și O_1Y_1 apar pe tablou la un unghi de 90° , iar axa O_1Z_1 apare proiectată la un unghi oarecare (fig. 7.6, a și b). Se recomandă ca direcția oblică de proiecție să facă același unghi cu axele OX și OY din spațiu astfel încât proiecția O_1Z_1 să facă același unghi cu O_1X_1 și O_1Y_1 , $U_{x_1} = U_{y_1} = U_{x, y}$; $U_{z_1} = \frac{1}{2} U_{x_1, y_1}$. Unitățile imagine se pot lua și izometric, însă în acest caz apare deformată pe direcția O_1Z_1 (fig. 7.7, a și b).

Proiecțiile axonometrice oblice frontale și orizontale se mai numesc și *perspective cavaliere*. În desenul tehnic de construcții, mai des utilizată este *proiecția axonometrică ortogonală izometrică și dimetrică*.

7.4. PREZENTAREA PUNCTULUI, A FIGURILOR PLANE ȘI A CORPURILOR GEOMETRICE ÎN PROIECȚIE AXONOMETRICĂ ORTOGONALĂ IZOMETRICĂ

7.4.1. REPREZENTAREA PUNCTULUI

Pentru construirea unui punct în tabloul axonometric este suficient să se marcheze una din coordonatele lui pe axa-imagine corespunzătoare, de exemplu

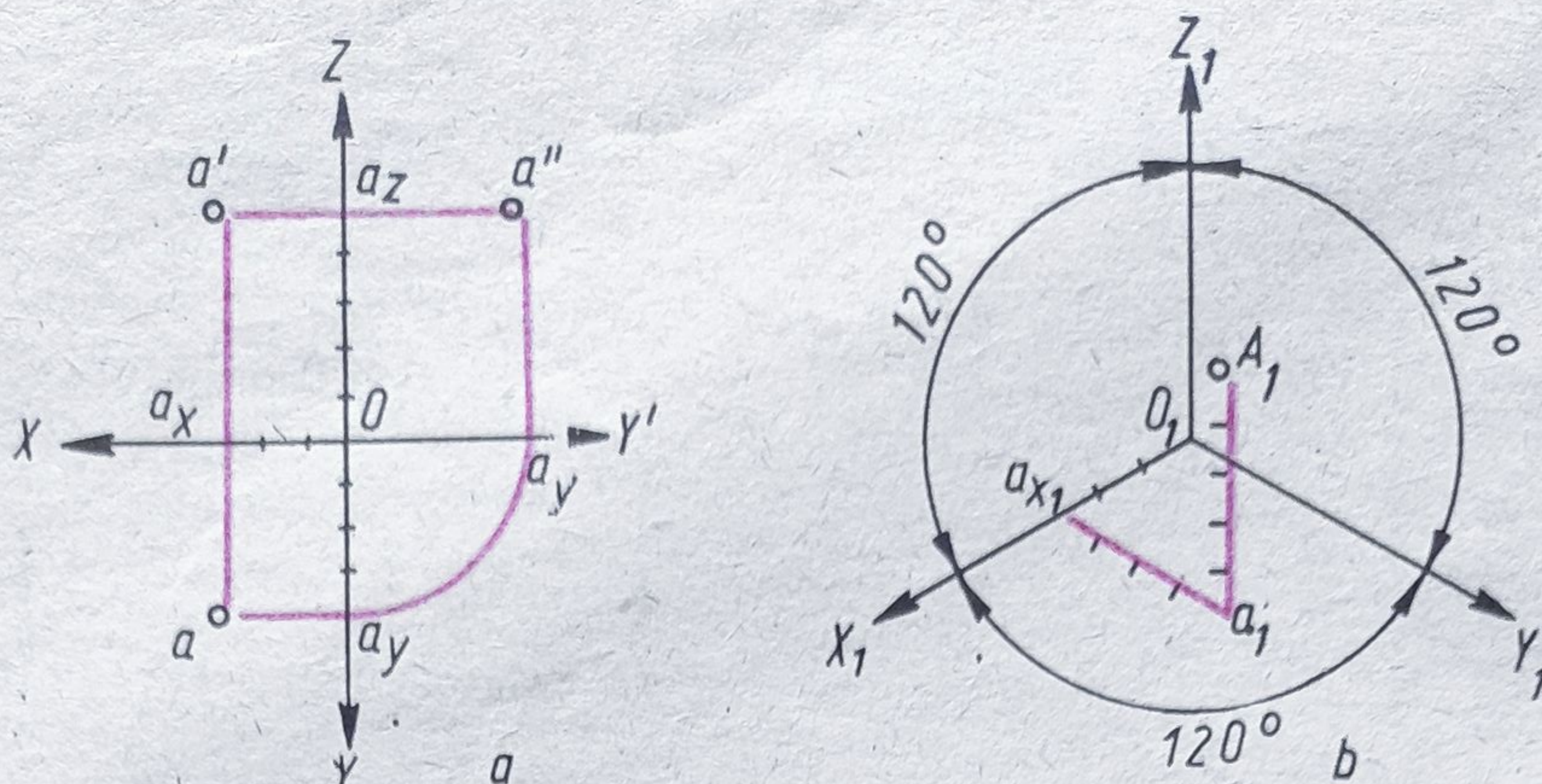


Fig. 7.8. Reprezentarea punctului în proiecție axonometrică :
 a — epura punctului ; b — proiecția izometrică.

abscisa pe axa O_1X_1 (fig. 7.8, a și b) ; se obține punctul ax_1 . Din acest punct se trasează o paralelă la O_1Y_1 , pe care se măsoară depărtarea dată ; se obține punctul a_1 . Din punctul a_1 se trasează o paralelă la axa O_1Z_1 , pe care se măsoară cota dată a punctului de coordonate cunoscute ; se obține punctul A_1 , proiecția punctului A din spațiu pe tabloul axonometric.

7.4.2. REPREZENTAREA FIGURILOR GEOMETRICE PLANE

Figurile geometrice plane se reprezintă construindu-se pe rând reprezentările axonometrice ale punctelor caracteristice care le determină în plan. Coordonatele punctelor caracteristice se determină din reprezentarea lor în proiecție ortogonală pe unul din planele de proiecție.

Reprezentarea pătratului. Considerându-se în proiecție ortogonală orizontală un pătrat $ABCD$ (fig. 7.9, a) cu vârfurile de coordonate cunoscute, $A(6, 2, 0)$, $B(2, 2, 0)$, $C(2, 6, 0)$, $D(6, 6, 0)$, imaginea lui axonometrică se va obține construind pe rând punctele A_1 , B_1 , C_1 și D_1 în raport cu axele imagine O_1X_1 , O_1Y_1 , O_1Z_1 din tabloul axonometric (fig. 7.9, b).

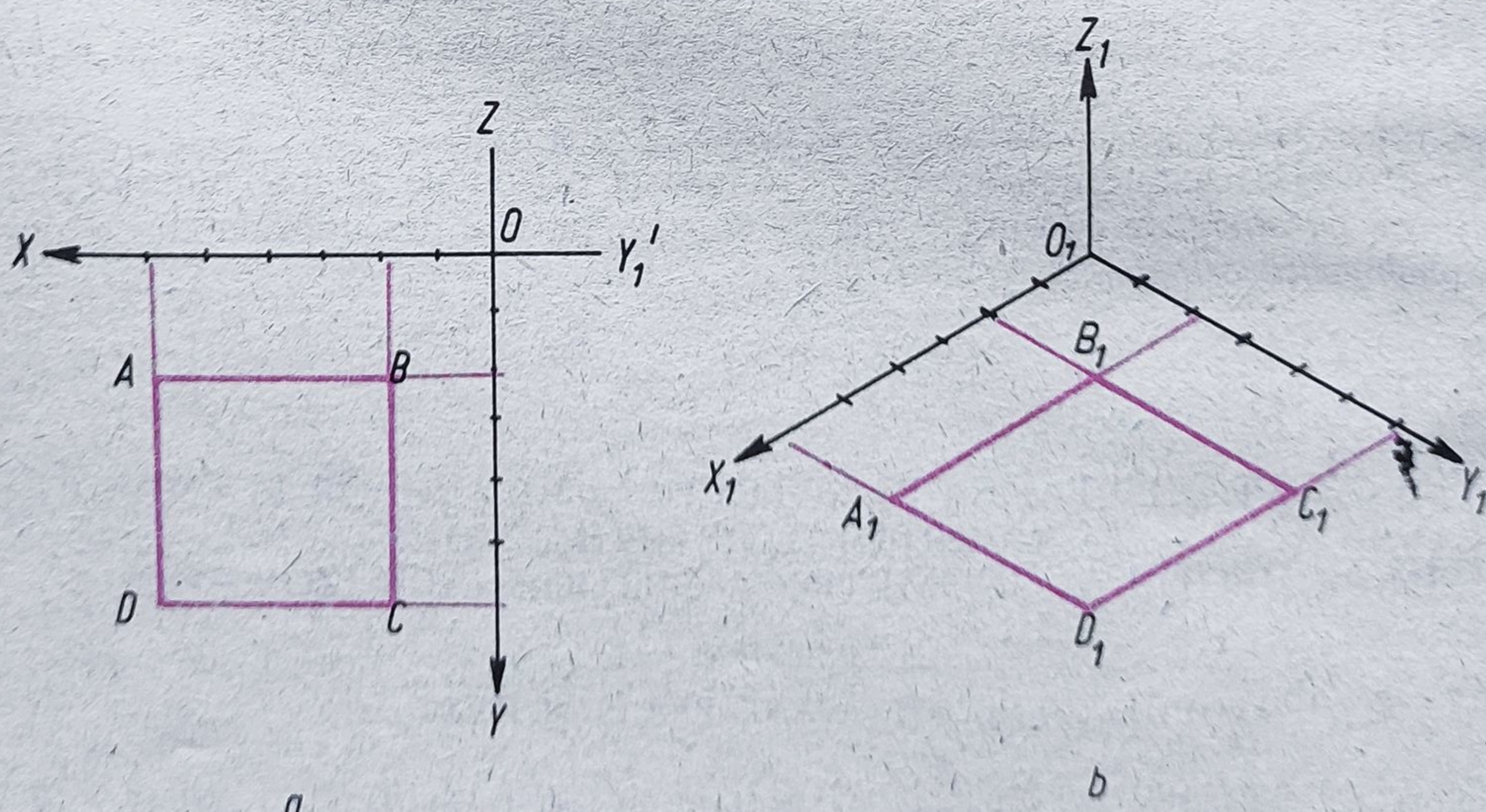


Fig. 7.9. Reprezentarea pătratului :
 a — epură ; b — proiecție axonometrică ortogonală izometrică.

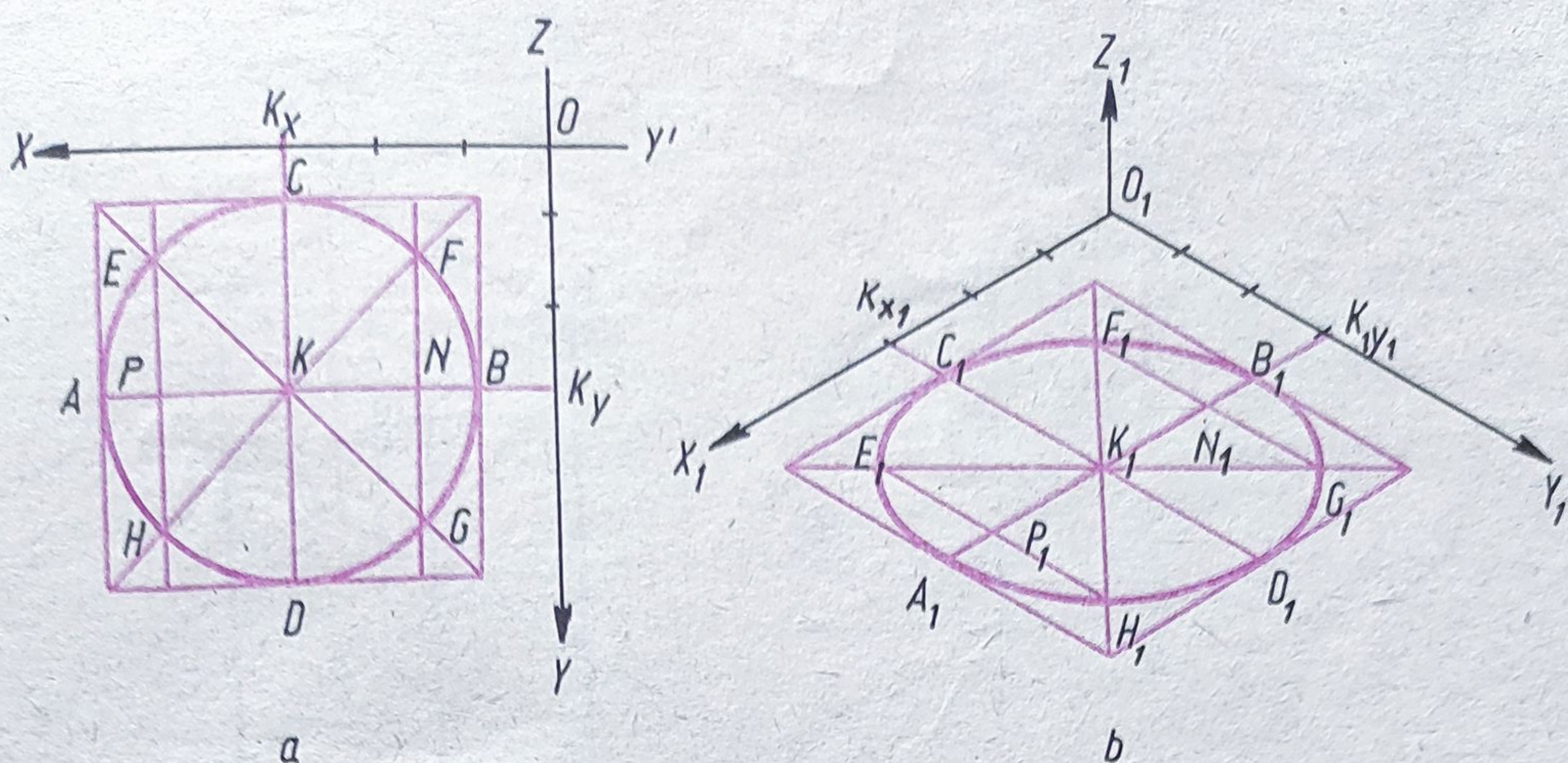


Fig. 7.10. Reprezentarea cercului :

a — epură ; *b* — proiecție axonometrică ortogonală izometrică.

Reprezentarea cercului. Cunoscându-se proiecția ortogonală orizontală a unui cerc cu centrul K (fig. 7.10, *a*) de coordonate cunoscute — 3, 3, 0 — și rază 2, reprezentarea lui axonometrică — o elipsă — se construiește cu ajutorul diagonalelor pătratului circumscris la cercul dat (fig. 7.10, *b*). Intersecția diagonalelor pătratului cu cercul determină în epură punctele $EFGH$; se reprezintă axonometric pătratul și se trasează diagonalele. Cu ajutorul distanțelor KP și KN luate în epură pe diametrul paralel la axa OX , se determină în imagine axonometrică punctele N_1 și P_1 ; paralelele duse din aceste puncte la axa O_1Y_1 determină pe diagonalele pătratului axonometric, punctele E_1, F_1, G_1 și H_1 . Unind punctele $A_1, B_1, C_1, D_1, E_1, F_1, G_1$ și H_1 se obține o elipsă.

7.43. REPREZENTAREA CORPURILOR GEOMETRICE

Forma și dimensiunile elementelor geometrice care alcătuiesc corpul respectiv se determină din reprezentarea în dublă proiecție ortogonală. Se construiește mai întâi proiecția orizontală a obiectului în tabloul axonometric ; prin punctele caracteristice ale figurii geometrice plane obținute se duc paralele la axa O_1Z_1 , pe care se măsoară cotele respective, obținându-se proiecțiile axonometrice ale tuturor punctelor caracteristice ale obiectului din spațiu.

Reprezentarea unei prisme. Cunoscându-se reprezentarea în dublă proiecție ortogonală a unei prisme $ABCDEFGH$ (fig. 7.11, *a*) cu baza cuprinsă în planul orizontal de proiecție, vârfurile de coordonate $A(7, 2, 0), B(3, 2, 0), C(3, 5, 0), D(7, 5, 0), h = 8$, se construiește întâi reprezentarea axonometrică a proiecției orizontale $A_1B_1C_1D_1$ a bazei $ABCD$; prin aceste puncte se trasează paralele la axa O_1Z_1 , pe care se măsoară $h = 8$, determinându-se punctele E_1, F_1, G_1 și H_1 (fig. 7.11, *b*).

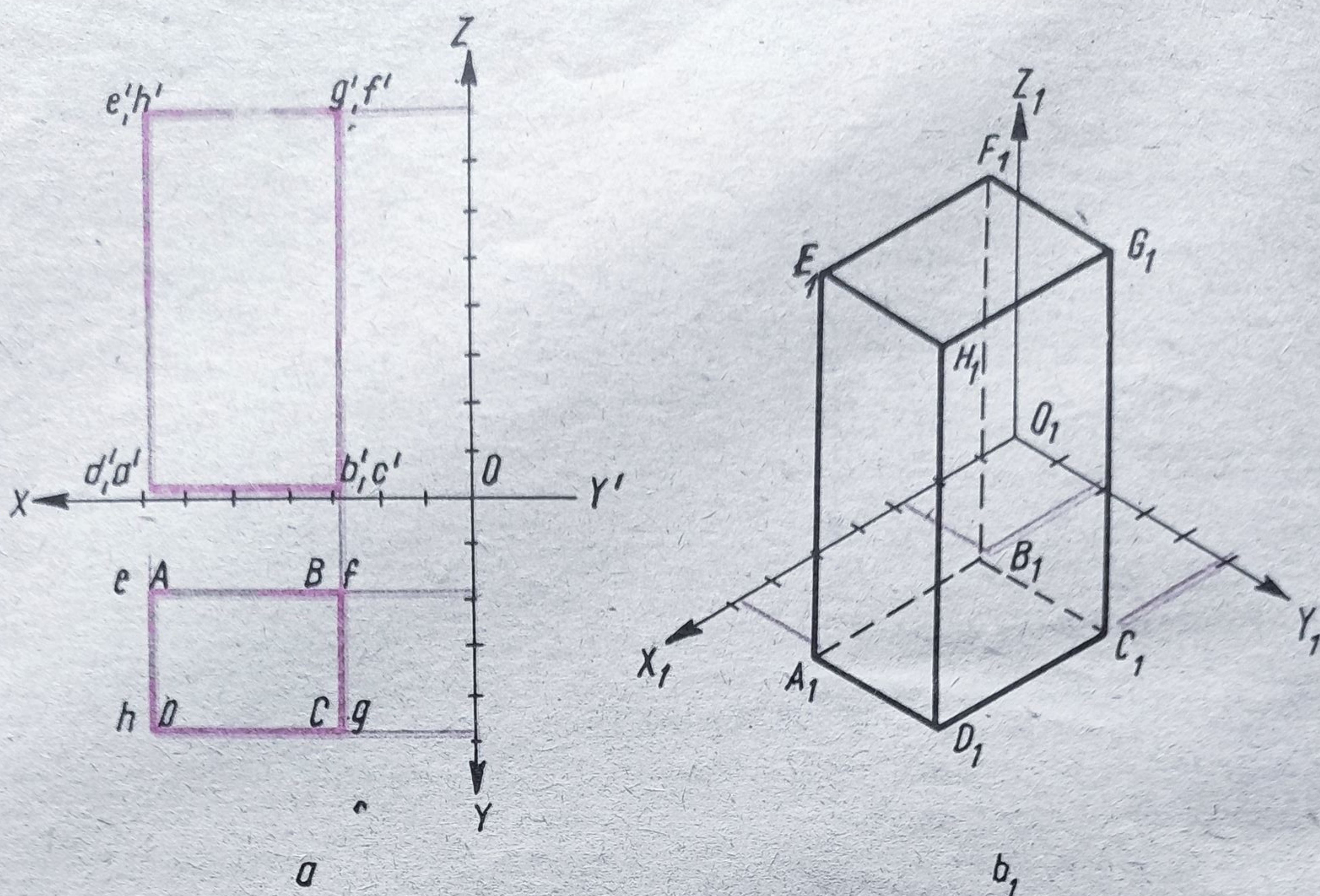


Fig. 7.11. Reprezentarea prismei :

a — epură ; b — proiecție axonometrică ortogonală izometrică.

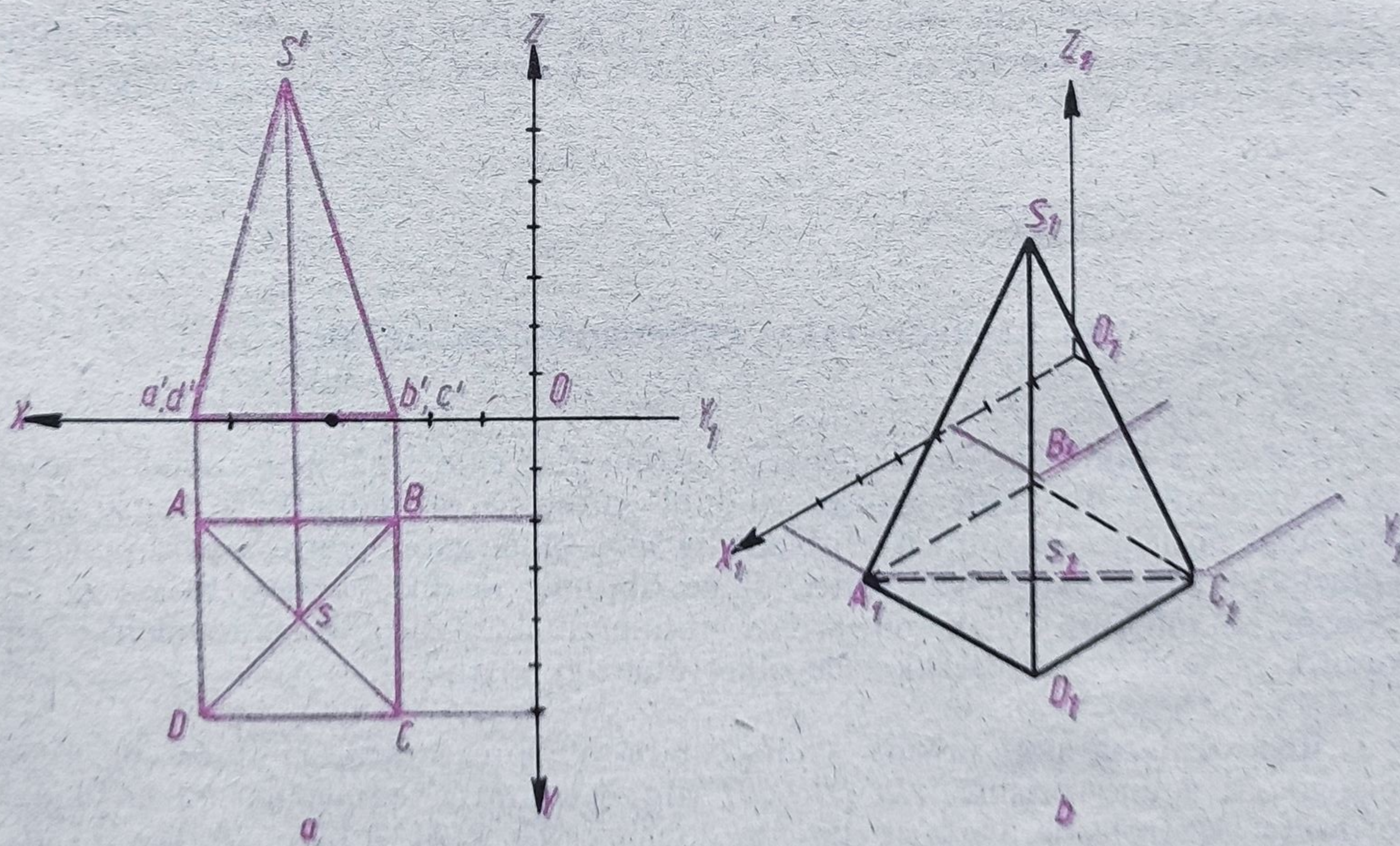


Fig. 7.12. Reprezentarea piramidei :

a — epură ; b — proiecție axonometrică ortogonală izometrică.

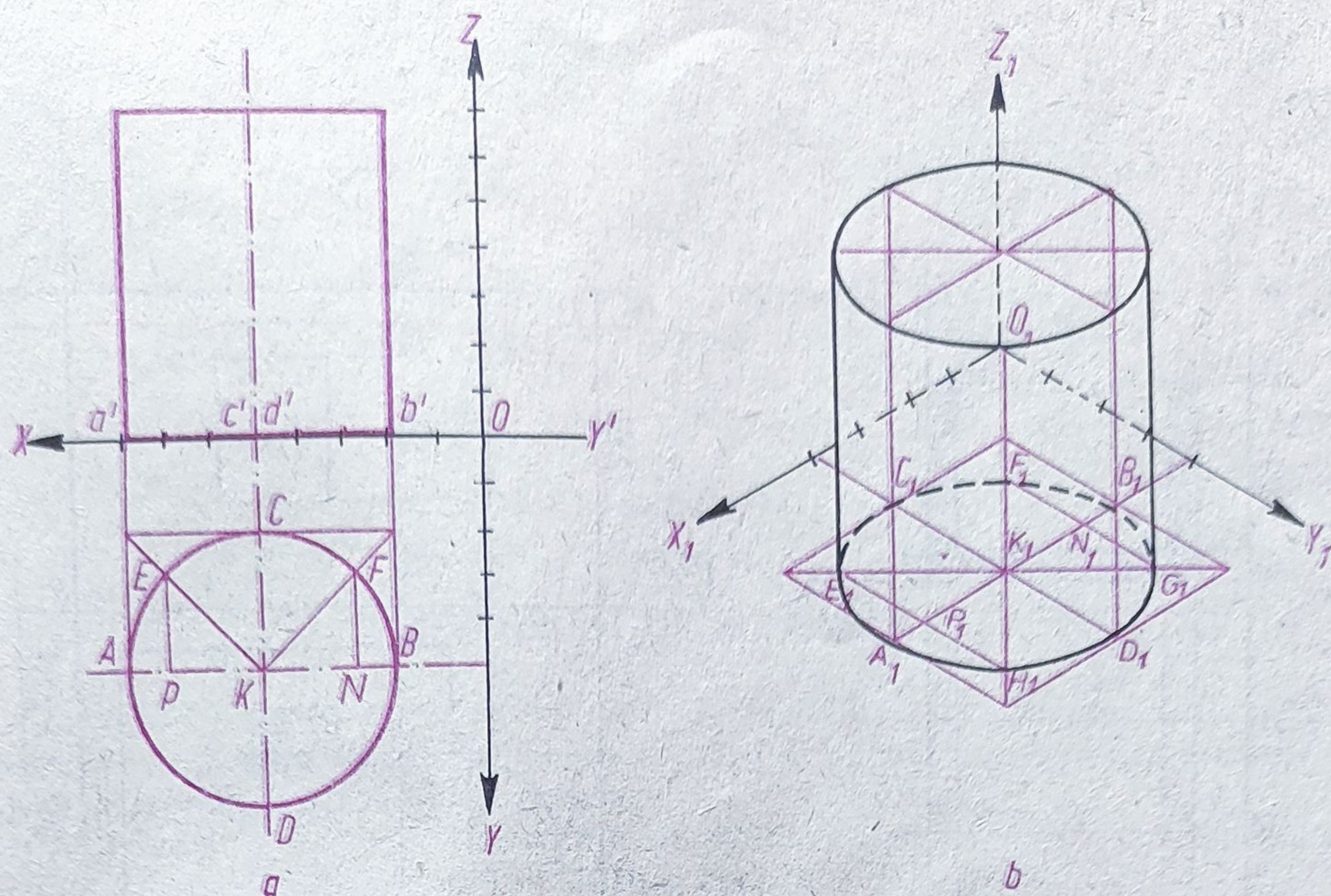


Fig. 7.13. Reprezentarea cilindrului :

• a — epură ; b — proiecție axonometrică ortogonală.

Reprezentarea unei piramide. Cunoscându-se reprezentarea în dublă proiecție ortogonală a unei piramide $SABCD$, situată cu baza $ABCD$ în planul orizontal de proiecție (fig. 7.12, a), vârfurile de coordonate $A(7, 2, 0)$, $B(3, 2, 0)$, $C(3, 6, 0)$, $D(7, 6, 0)$, $h = 7$, se construiește întâi reprezentarea axonometrică a proiecției orizontale $A_1B_1C_1D_1$ a bazei $ABCD$ (fig. 7.12, b) ; se determină proiecția orizontală s_1 a vârfului S_1 ; se trasează din punctul s_1 înălțimea piramidei, paralelă la axa O_1Z_1 , pe care se marchează $h = 7$.

Reprezentarea cilindrului. Cunoscându-se reprezentarea în dublă proiecție ortogonală a cilindrului cu baza $ABCDEFGH$, situată în planul orizontal de proiecție (fig. 7.13, a), cu centrul K al cercului de bază de coordonate $5, 5, 0$, raza 3 , $h = 7$, se reprezintă axonometric cele două baze, asemănător reprezentării axonometrice a cercului, marcându-se, între cele două centre, înălțimea egală cu 7 (fig. 7.13, b). Se trasează apoi generatoarele de contur aparent.

Aplicații

1. Cunoscându-se dimensiunile în plan și în secțiunea verticală ale unei căzi de baie (fig. 7.14), să se construiască perspectiva ei axonometrică ortogonală izometrică la scara $1 : 20$.

2. O construcție ale cărei dimensiuni sunt date în dublă proiecție ortogonală este secționată la cota $+2,50$ m cu un plan de nivel P (fig. 7.15). Să se construiască la scara $1 : 50$ perspectiva axonometrică ortogonală izometrică a camerei secționate (se reprezintă numai partea de construcție situată sub planul de nivel).

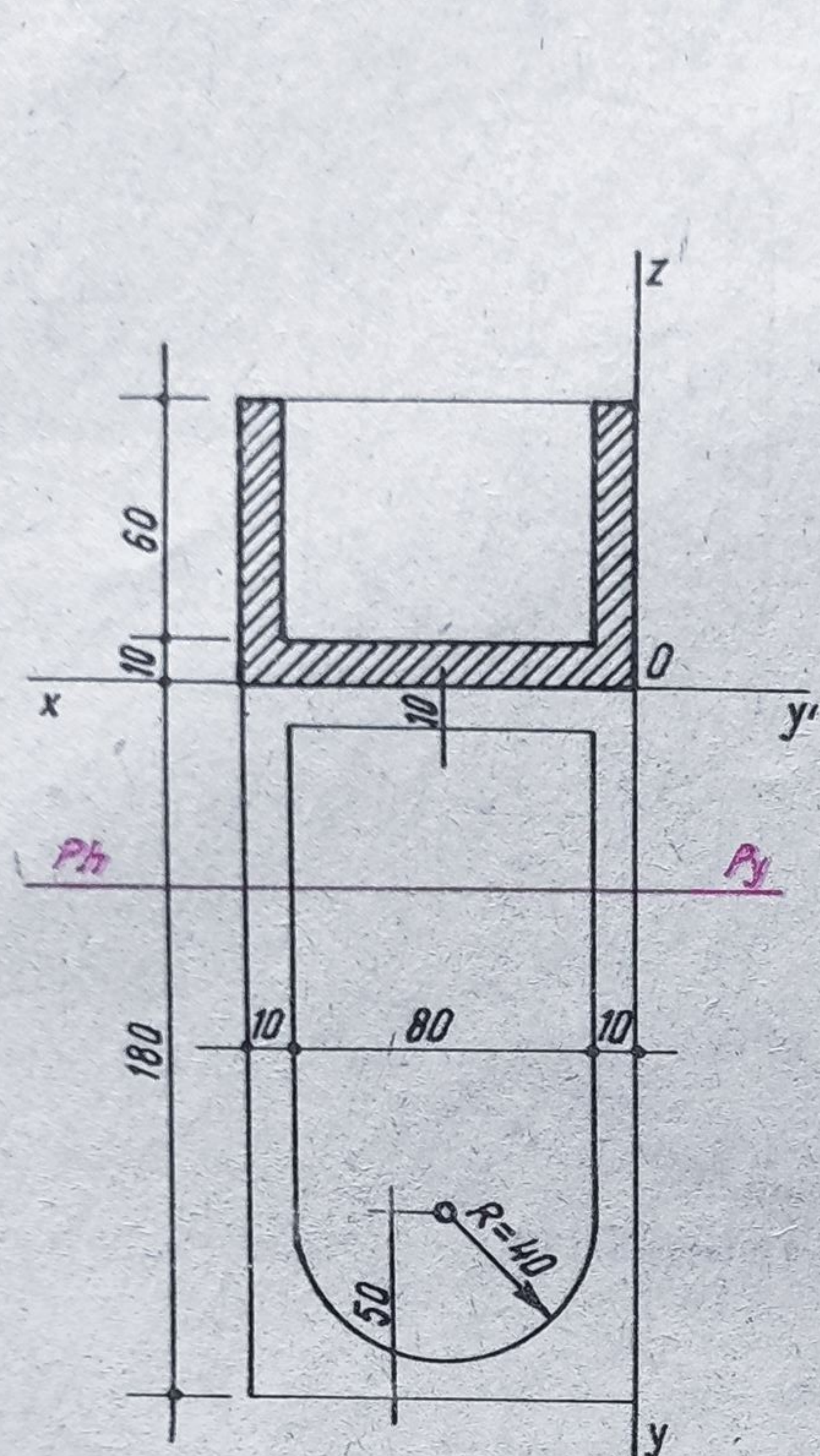


Fig. 7.14. Reprezentarea unei căzi de baie secționată cu un plan frontal, în proiecție verticală și orizontală (epură).

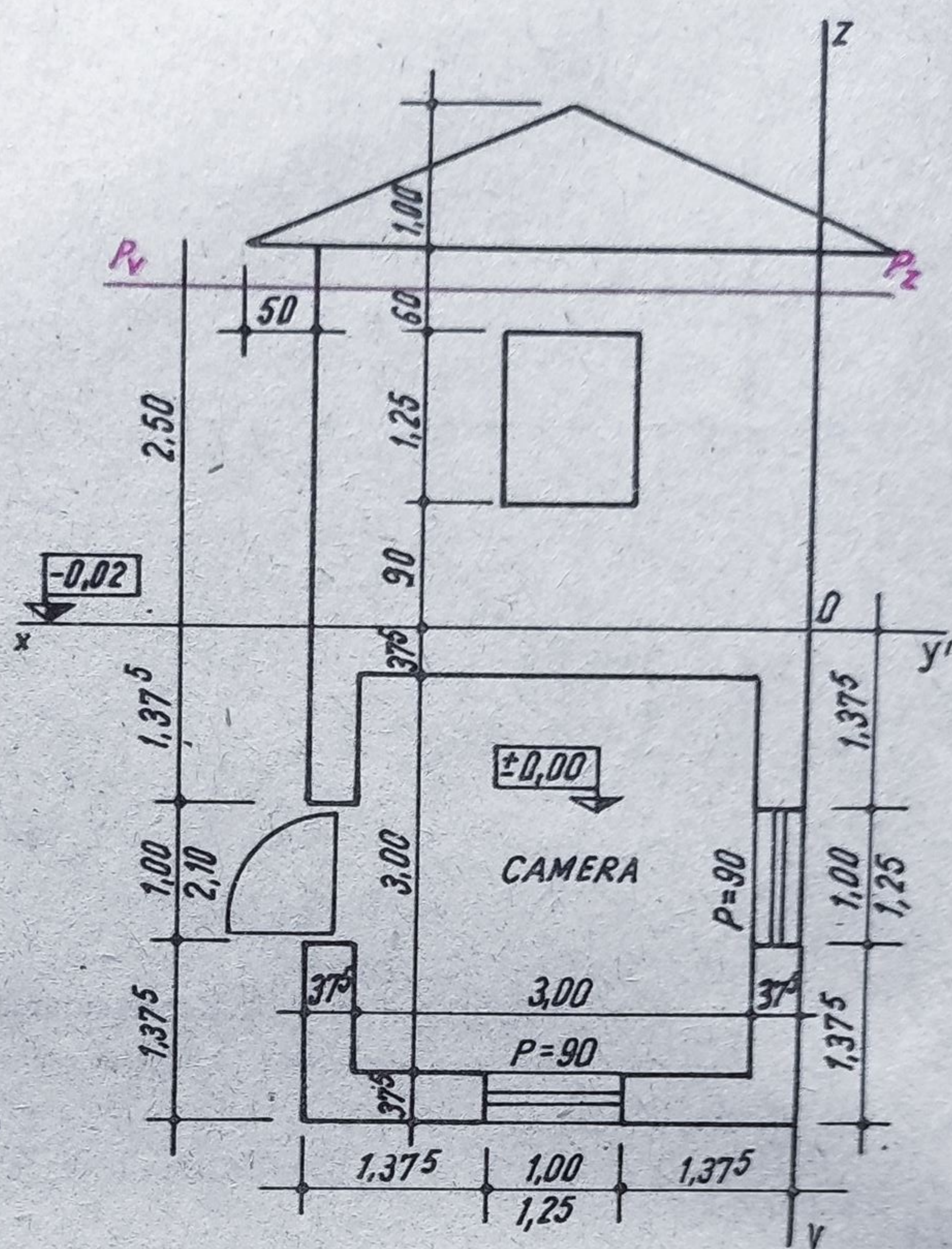


Fig. 7.15. Reprezentarea unei construcții în dublă proiecție ortogonală — orizontală, verticală.

CAPITOLUL 8

NOȚIUNI DE SIMETRIE

În alcătuirea obiectelor există părți dispuse într-o ordine asemănătoare în raport cu un element de referință ; aceste părți se numesc *simetrice* (asemenea) în raport cu elementul de referință respectiv.

Alcătuirea pe principii simetrice a obiectelor simplifică proiectarea și executarea acestora, reducând timpul de lucru și consumul de materiale.

8.1. ELEMENTE DE SIMETRIE

Cunoscând legile simetriei, se pot stabili elemente de simetrie în raport cu care se alcătuiesc părțile simetrice componente ale obiectelor.

Două puncte sunt simetrice în raport cu un punct, numit *centru de simetrie*, când se găsesc situate la aceeași distanță față de acesta ; în figura 8.1, *a* punctul A' este corespondentul simetric al lui A în raport cu centrul de simetrie V .

Două puncte sunt simetrice în raport cu o dreaptă, când aceasta este perpendiculară pe segmentul de dreaptă ce unește cele două puncte și îl împarte în două părți egale (fig. 8.1, *b*).

Două puncte sunt simetrice în raport cu un plan dacă se găsesc pe aceeași perpendiculară, la distanțe egale, de o parte și de alta a planului (fig. 8.2).

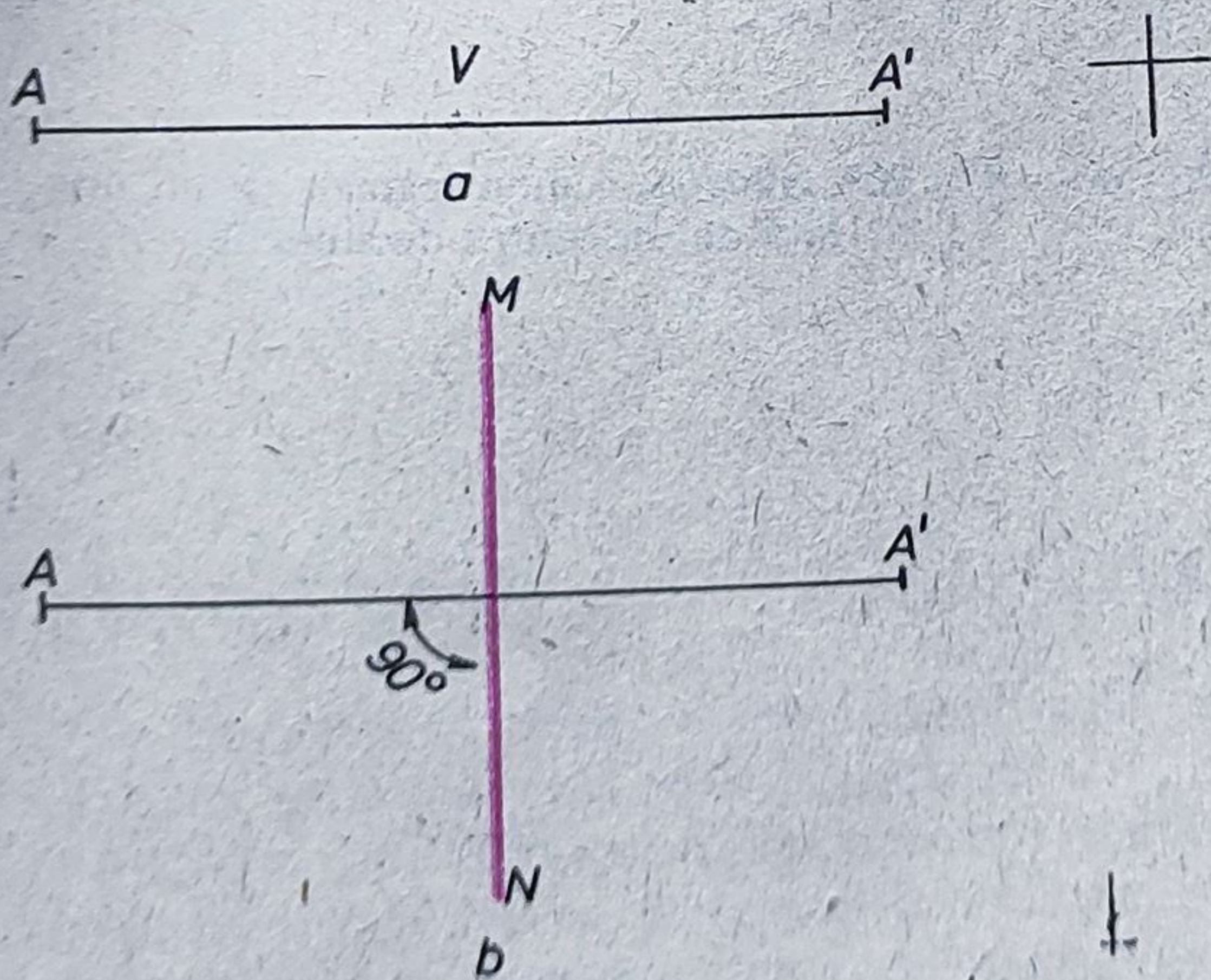


Fig. 8.1. Simetria a două puncte.
a — în raport cu un punct ; *b* — în raport cu o dreaptă.

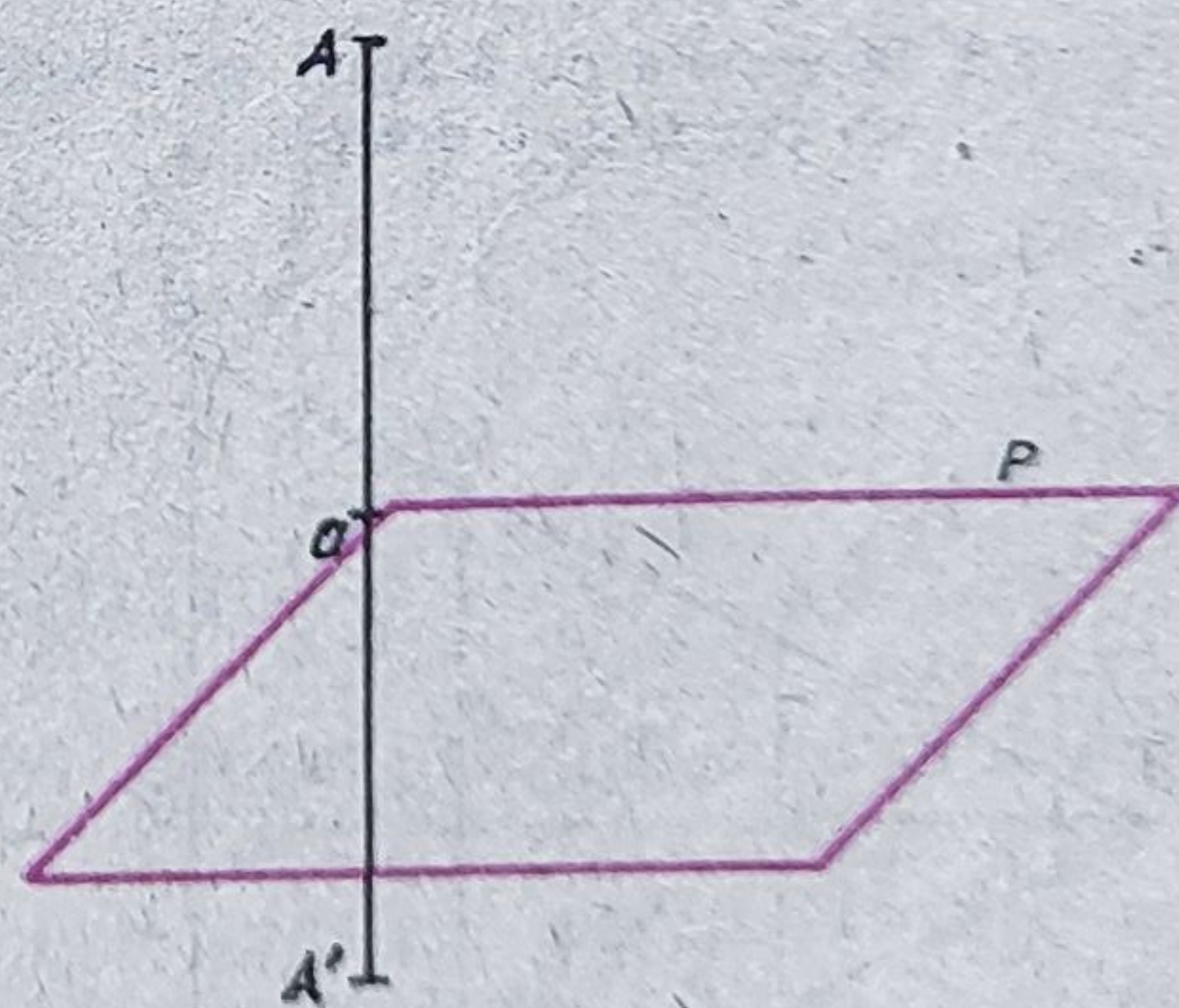


Fig. 8.2. Simetria a două puncte în raport cu un plan.

Două figuri sunt simetrice în raport cu o dreaptă, cu un punct sau cu un plan, când toate punctele unei figuri au corespondențe simetrice în raport cu dreapta, cu punctul sau cu planul respectiv, în cealaltă figură.

Triunghiul ABC (fig. 8.3) este simetric cu triunghiul $A'B'C'$ în raport cu dreapta MN (axă de simetrie), dacă A este simetric cu A' , B cu B' , C cu C' în raport cu axa MN .

Punctul, dreapta și planul sunt elemente de simetrie pe baza cărora se alcătuiesc obiectele simetrice în plan sau în spațiu.

Cunoscându-se elementele de simetrie și un corespondent simetric, se poate construi simetricul lui în plan sau în spațiu. Astfel, fiind date dreapta AB (fig. 8.4) și centrul de simetrie O , simetria dreptei AB se determină construind punctele A' și B' , simetricele lui A și B în raport cu centrul O , știind că $AO = OA'$ și $BO = OB'$.

Fiind dată o dreaptă AB (fig. 8.5) și o axă de simetrie, simetrica $A'B'$ se determină construind simetricele A' , B' , ale punctelor A și B în raport cu axa dată, știind că: $Aa = aA'$; $Bb = bB'$ și $AA' \perp ab$, $BB' \perp ab$.

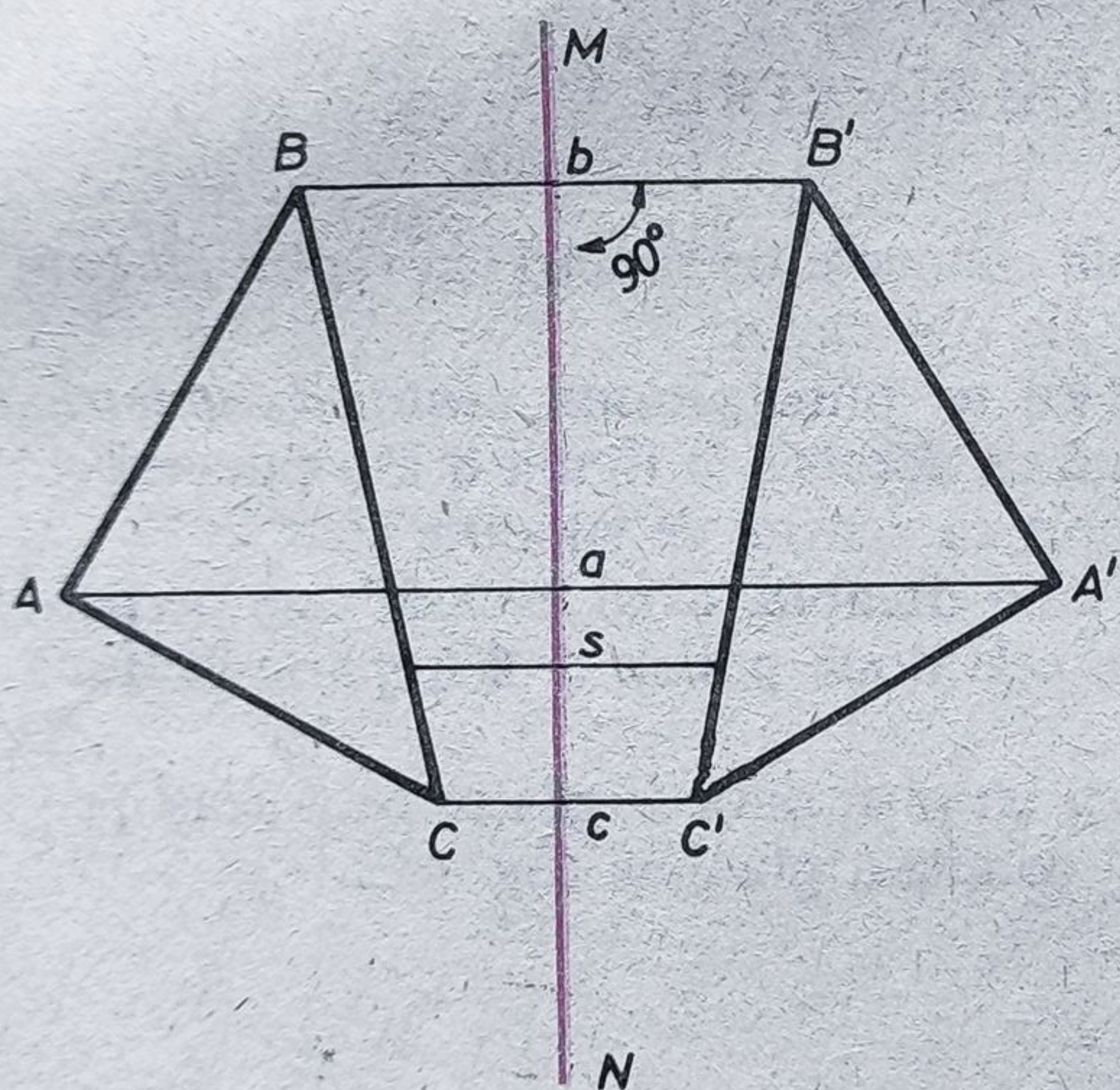


Fig. 8.3. Simetria a două figuri geometrice în raport cu o dreaptă.

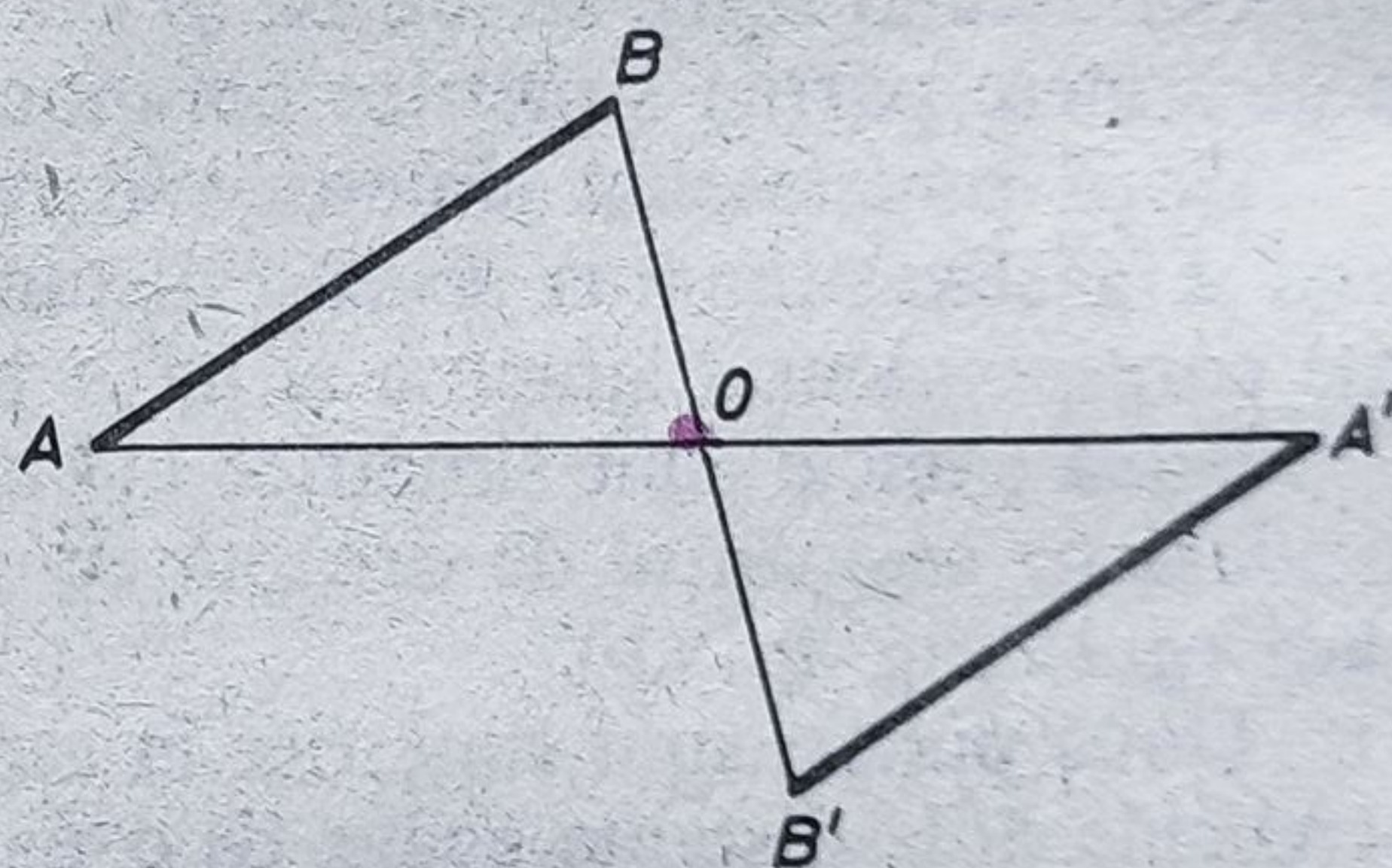


Fig. 8.4. Simetricul unui segment de dreaptă față de un centru de simetrie.

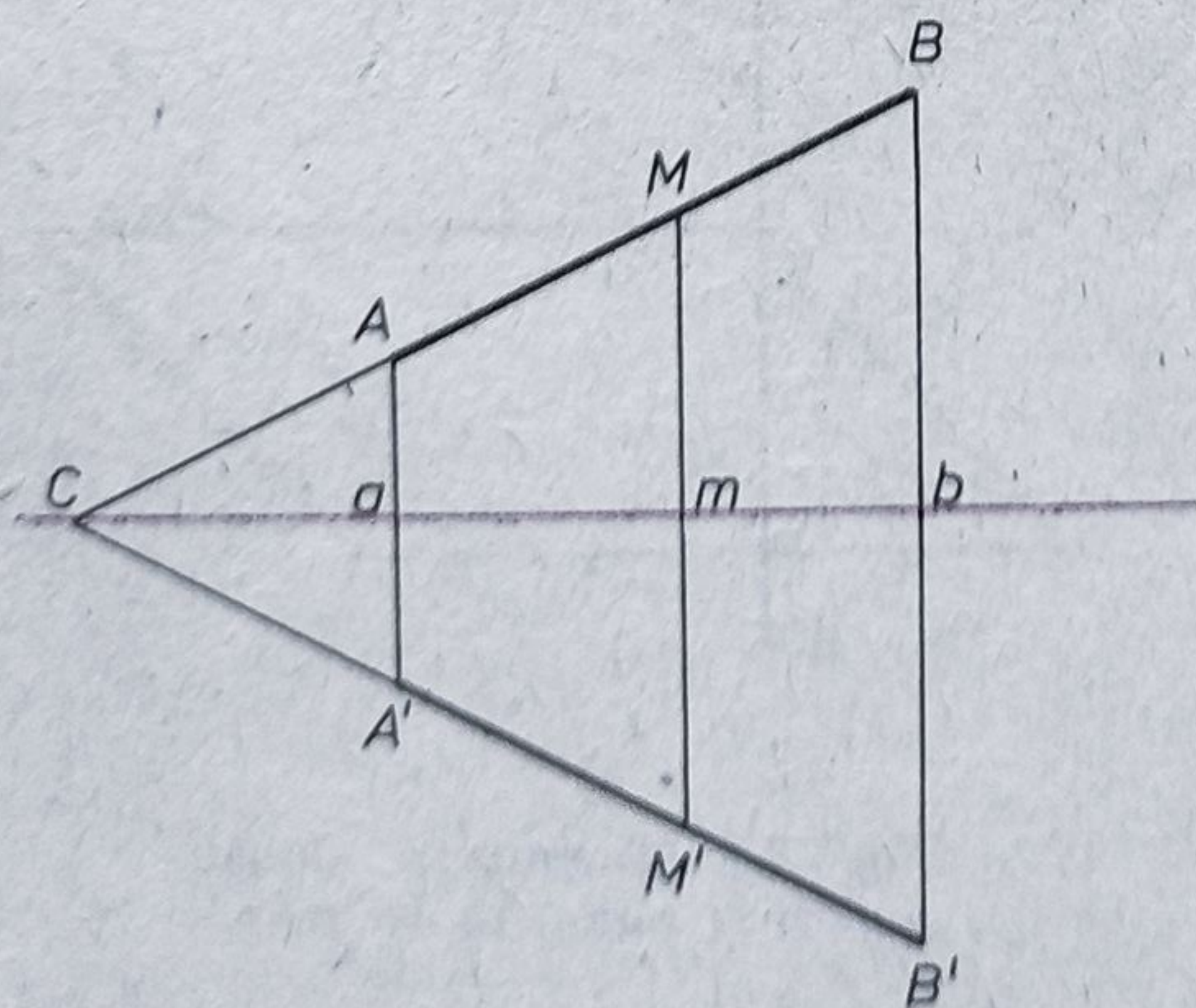


Fig. 8.5. Simetricul unui segment de dreaptă față de o axă de simetrie.

Se observă că două drepte simetrice în raport cu un centru de simetrie sunt paralele ; două drepte simetrice au aceeași înclinare față de o axă de simetrie (prelungirile lor se întâlnesc pe axa de simetrie).

Simetria se poate realiza în plan, folosind centre de simetrie și axe de simetrie, și în spațiu, folosind centre de simetrie, axe de simetrie și planuri de simetrie.

8.2. SIMETRIA ÎN PLAN

Simetria în plan se poate realiza în raport cu un punct, cu o axă sau cu două axe de simetrie.

Mijlocul unui segment de dreaptă este centrul de simetrie pentru capetele segmentului. Bisectoarea unghiului este axă de simetrie pentru laturile unghiului. Triunghiul isoscel are ca axă de simetrie bisectoarea unghiului dintre laturile egale. Pătratul, rombul, dreptunghiul, elipsa, hiperbola au două axe de simetrie ; intersecția dintre axe este centrul de simetrie al figurii respective. Cercul este figura geometrică ce admite o infinitate de axe de simetrie, toate trecând prin centrul cercului.

La orice figură geometrică care are două axe de simetrie, punctul de concurență al axelor este și centrul de simetrie al figurii (fig. 8.6).

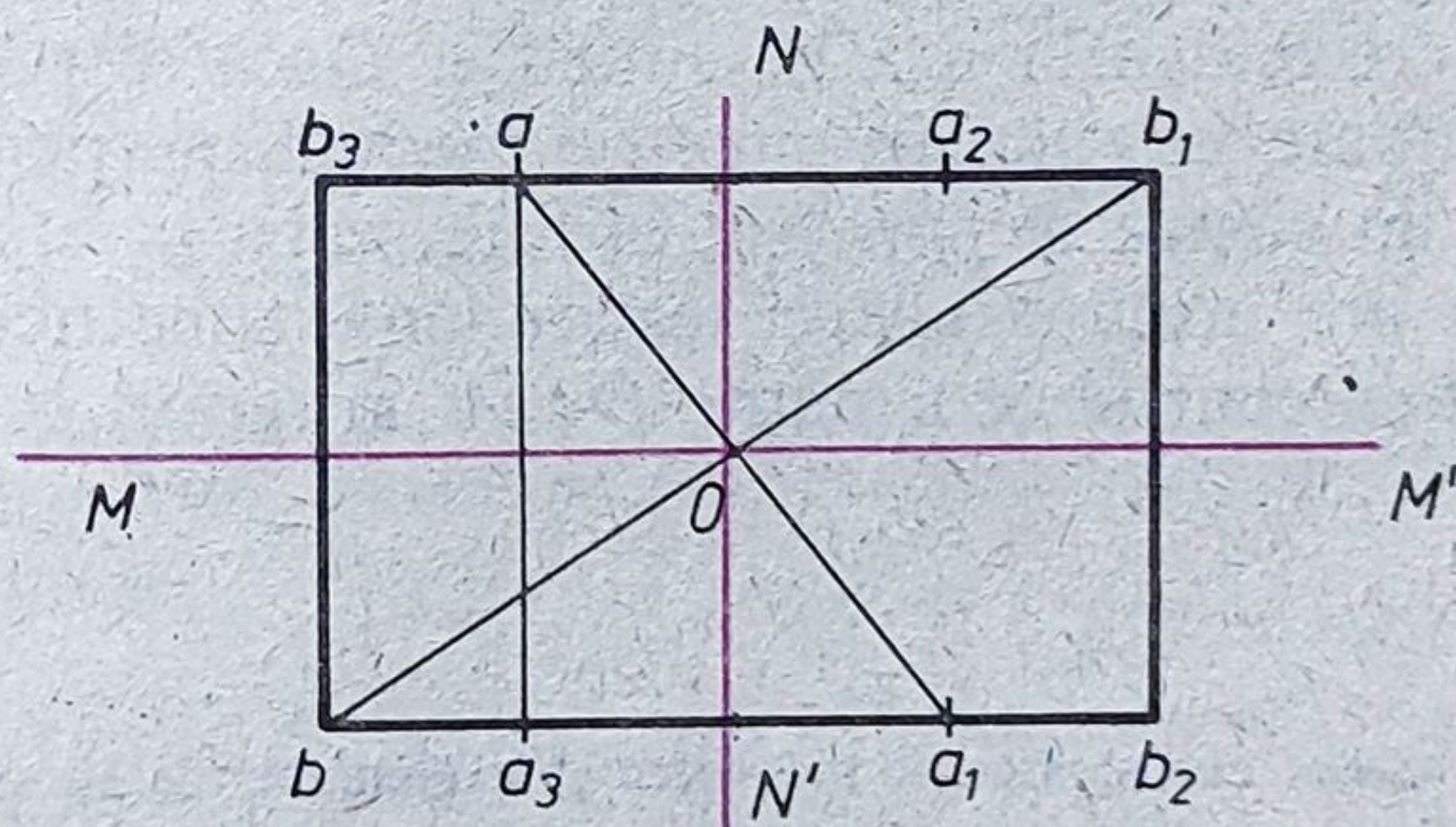


Fig. 8.6. Simetria figurilor plane.

8.3. SIMETRIA ÎN SPAȚIU

Simetria în spațiu se poate realiza în raport cu un punct, cu una sau mai multe axe, cu unul sau mai multe plane de simetrie.

Același obiect, corp geometric, poate avea componentele dispuse simetric în raport cu mai multe elemente de simetrie : centru de simetrie, axe, planuri de simetrie. Planul de simetrie cuprinde întotdeauna o axă de simetrie a corpului respectiv. De exemplu, cubul are un centru de simetrie, 6 plane de simetrie și 6 axe de simetrie cuprinse în aceste plane, trecând prin centrul de simetrie. Conul are o axă de simetrie și o infinitate de plane de simetrie, trecând prin axa de simetrie. Prisma

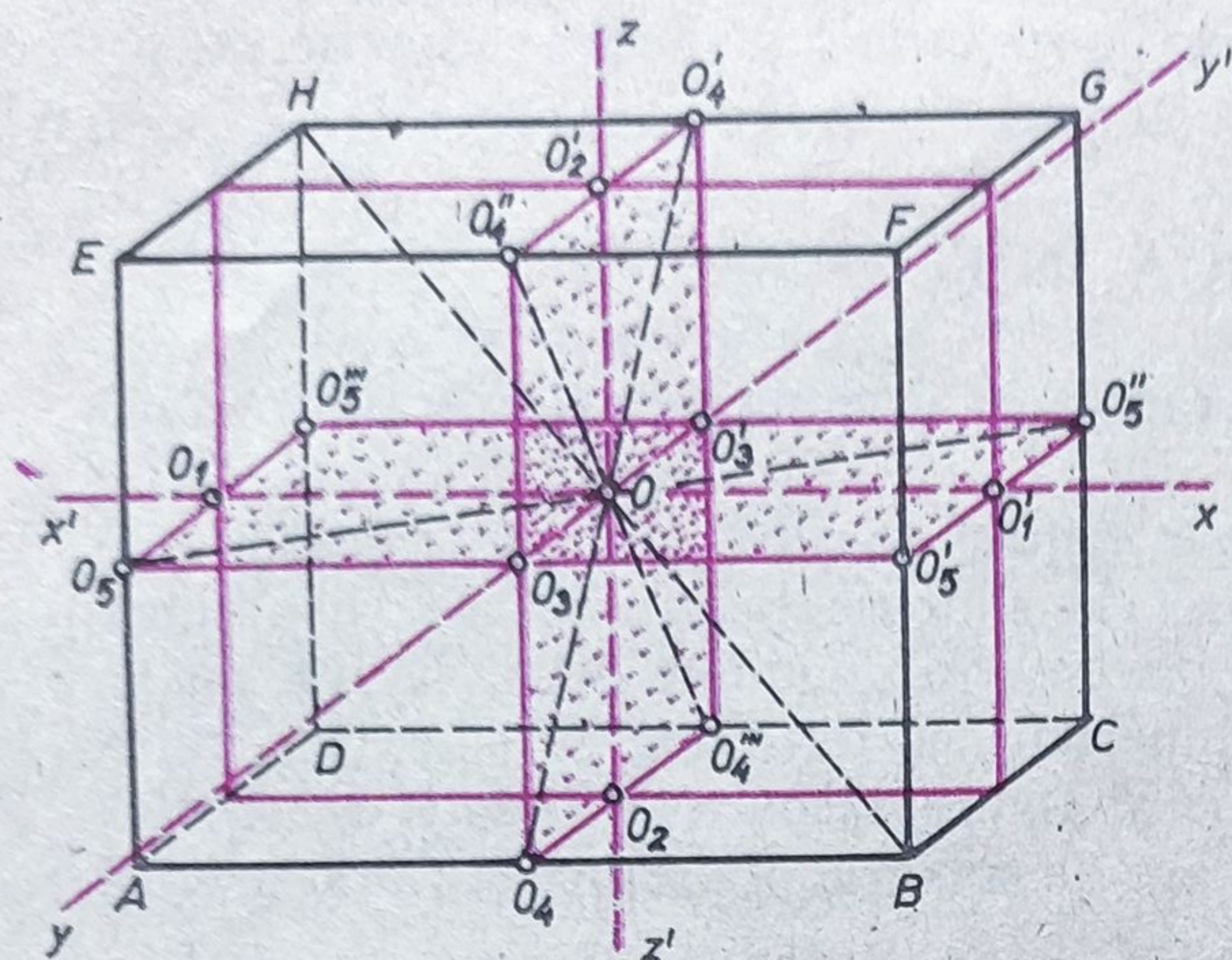


Fig. 8.7. Elementele de simetrie ale paralelipipedului.

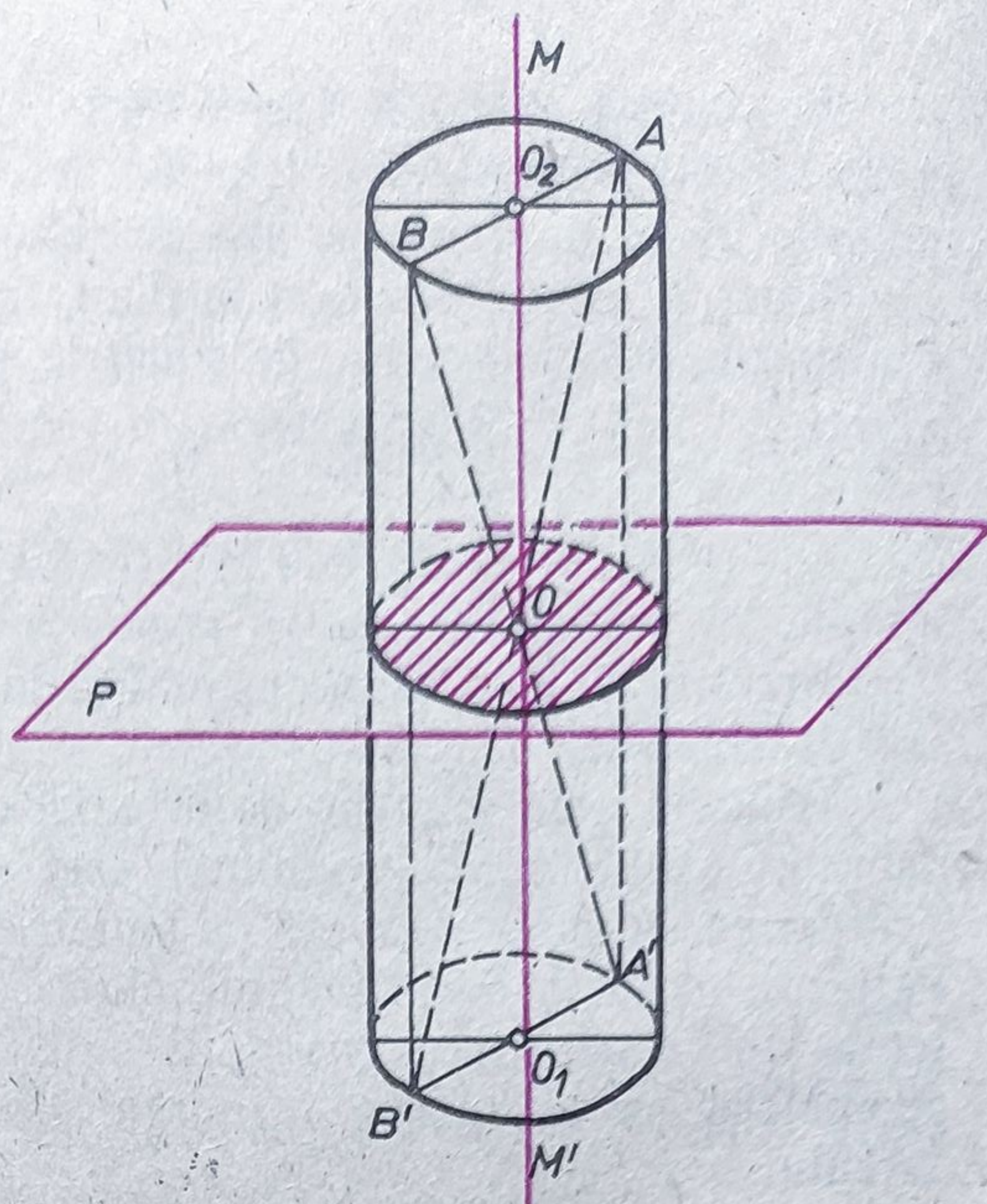


Fig. 8.8. Elementele de simetrie ale cilindrului.

dreaptă cu baza dreptunghi (fig. 8.7) are trei plane și trei axe de simetrie ; la intersecția lor se găsește centrul de simetrie.

Cilindrul circular drept (fig. 8.8) are o axă de simetrie și o infinitate de planuri de simetrie, toate trecând prin axa de simetrie. Dacă se precizează lungimea directoarei cilindrului, apare un plan de simetrie median, perpendicular pe axa de simetrie a cilindrului și un centru de simetrie, la intersecția acestui plan cu axa. Un punct A de pe cilindru are următoarele corespondente simetrice : B în raport cu axa MM' ; B' în raport cu centrul de simetrie O ; A' în raport cu planul median de simetrie.

Un punct are atâtea corespondente simetrice câte elemente de simetrie (centru, axă, plan) are corpul geometric respectiv.

8.4. ANSAMBLURI SIMETRICE

În alcătuirea unui ansamblu constructiv, cel mai folosit element de simetrie este *axa de simetrie*. Ansamblul sau obiectul are întotdeauna cel puțin o axă principală și una sau mai multe secundare.

În planul unei clădiri de locuit (fig. 8.9), compusă din trei tronsoane (1, 2 și 3), elementele fiecărui tronson se dispun simetric față de axa acestuia ($I-I'$, $II-II'$, MN), iar tronsoanele se dispun simetric față de axa principală MN . Axele $I-I'$ și $II-II'$ se numesc *axe secundare*.

Față de *axa principală* de simetrie MN din planul orizontal, se dezvoltă axe de simetrie și în plan vertical (fig. 8.10), în raport cu care se dispun elementele componente ale fațadei ; prin plasarea simetrică a elementelor de arhitectură ale fațadei se realizează o armonie între componentele simetrice ale ansamblului.

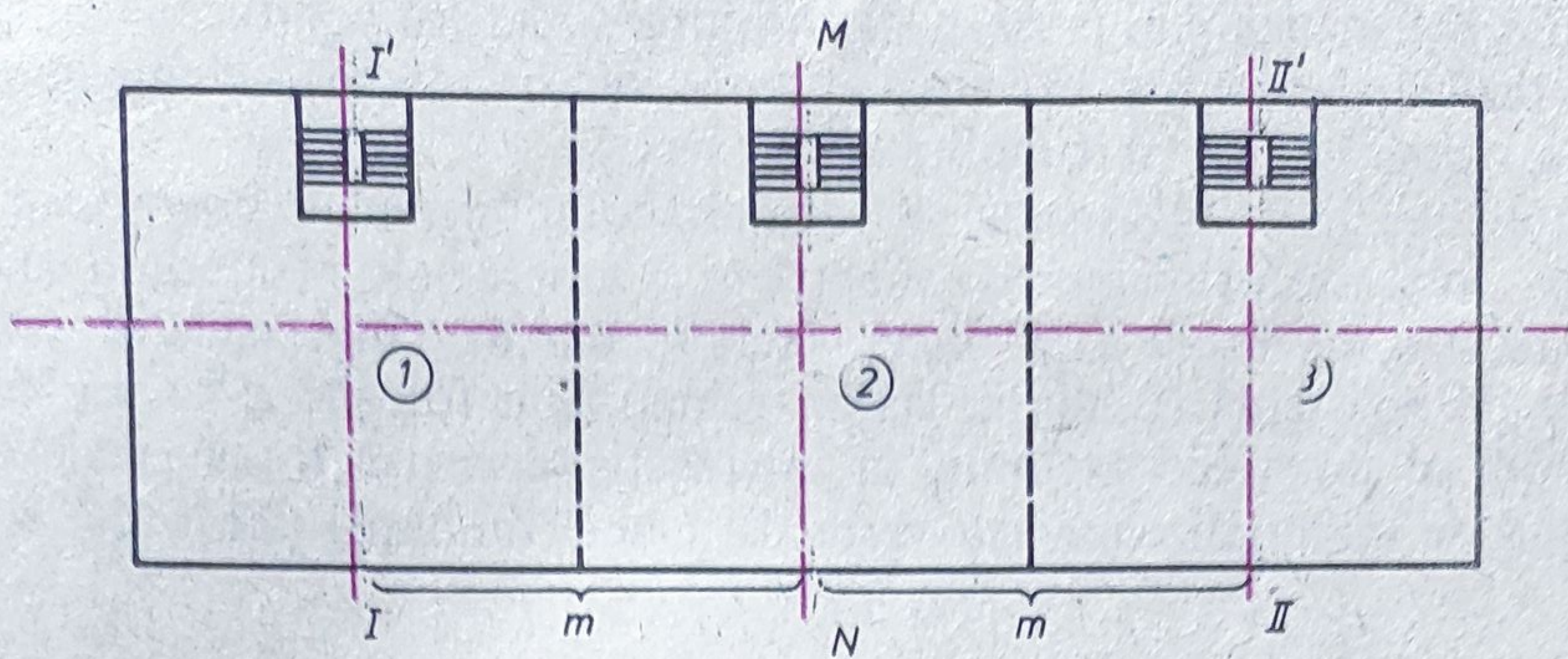


Fig. 8.9. Axe de simetrie în plan la o clădire.

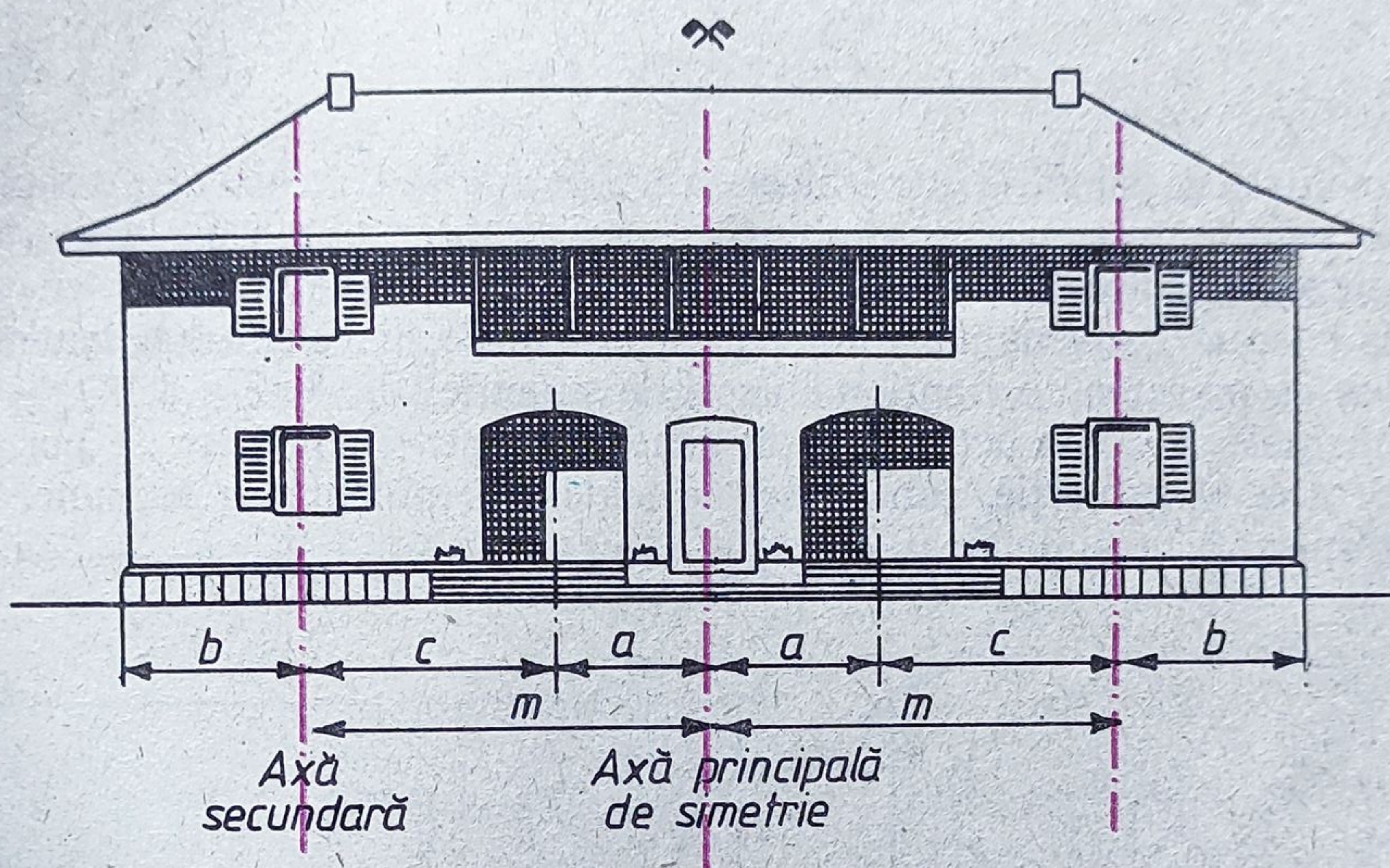


Fig. 8.10. Axe de simetrie la fațada unei clădiri.

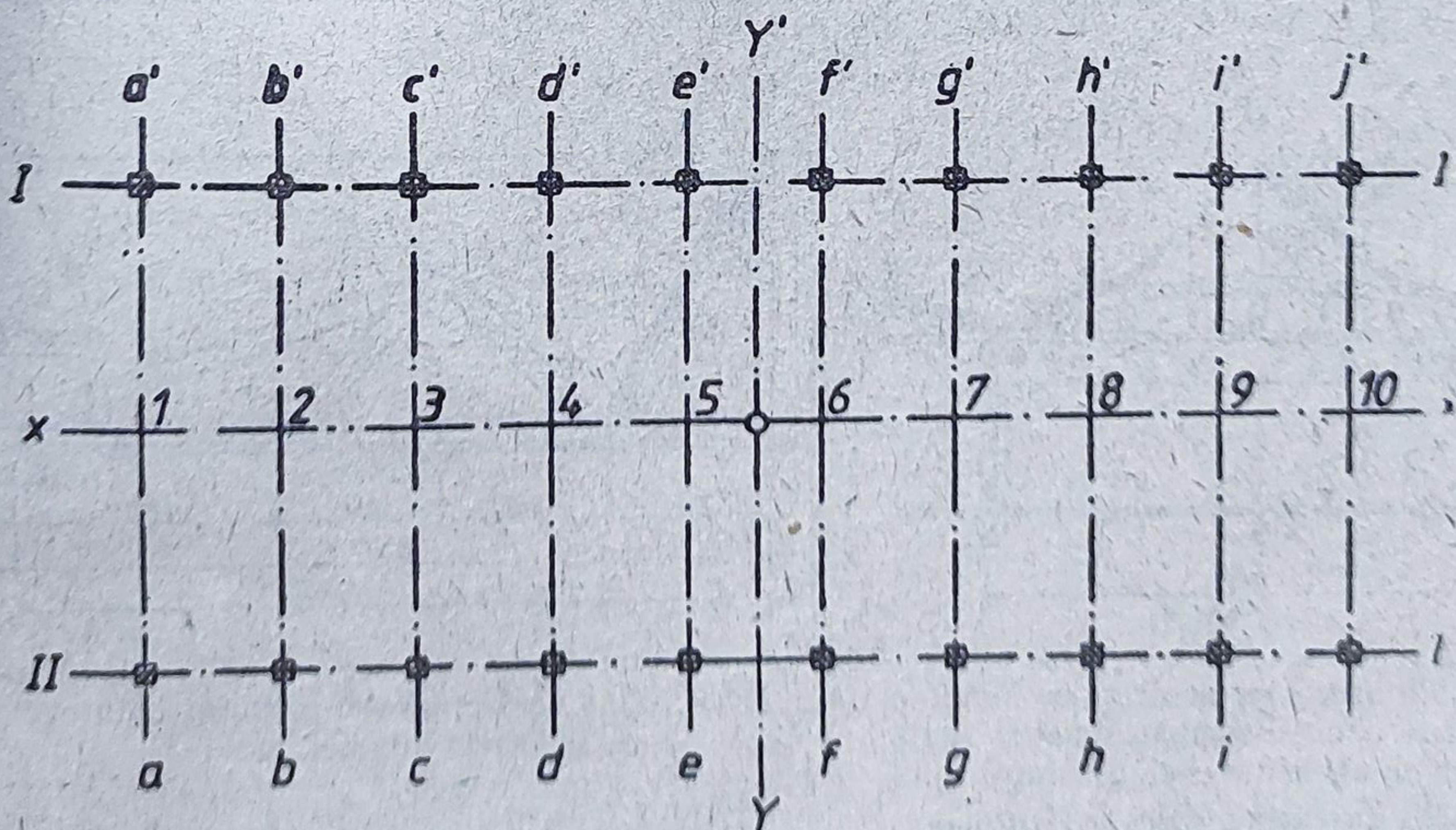


Fig. 8.11. Axe de simetrie în plan la o hală industrială

Pentru o construcție industrială, dezvoltarea simetrică conduce la simplificarea proiectării (calcul și desen) și execuției (număr mic de repere și elemente constructive, trasare ușoară, montaj simplificat, în serie).

În cazul unei hale industriale, elementele componente se pot alcătui de asemenea după două axe principale de simetrie și o serie de axe secundare de simetrie, longitudinale și transversale ; de obicei, axele secundare, fiind axele de simetrie ale elementelor de rezistență (fundații, stâlpi, grinzi), sunt folosite și ca axe de trasare a construcției pe teren (de exemplu, la intersecția unei axe transversale cu o axă longitudinală se materializează axa verticală a unei fundații, stâlpi, fig. 8.11).

8.5. SIMETRIA ÎN DESENUL DE CONSTRUCȚII

Elementele de simetrie (de obicei axe) pot folosi la realizarea simplificată a desenelor pentru proiectele ansamblurilor de construcții realizate simetric.

Reprezentându-se la o scară redusă ansamblul simetric complet, se poate detalia la o scară convenabilă numai unul sau unele din elementele simetrice, indicându-se cu un semn convențional axele de simetrie (fig. 8.12 și 8.13).

Elementele de construcție, fiind în general elemente simetrice, se pot prezenta detalii pe aceeași proiecție, sub formă de vedere combinată cu secțiune, separate de axa respectivă de simetrie (fig. 9.5).

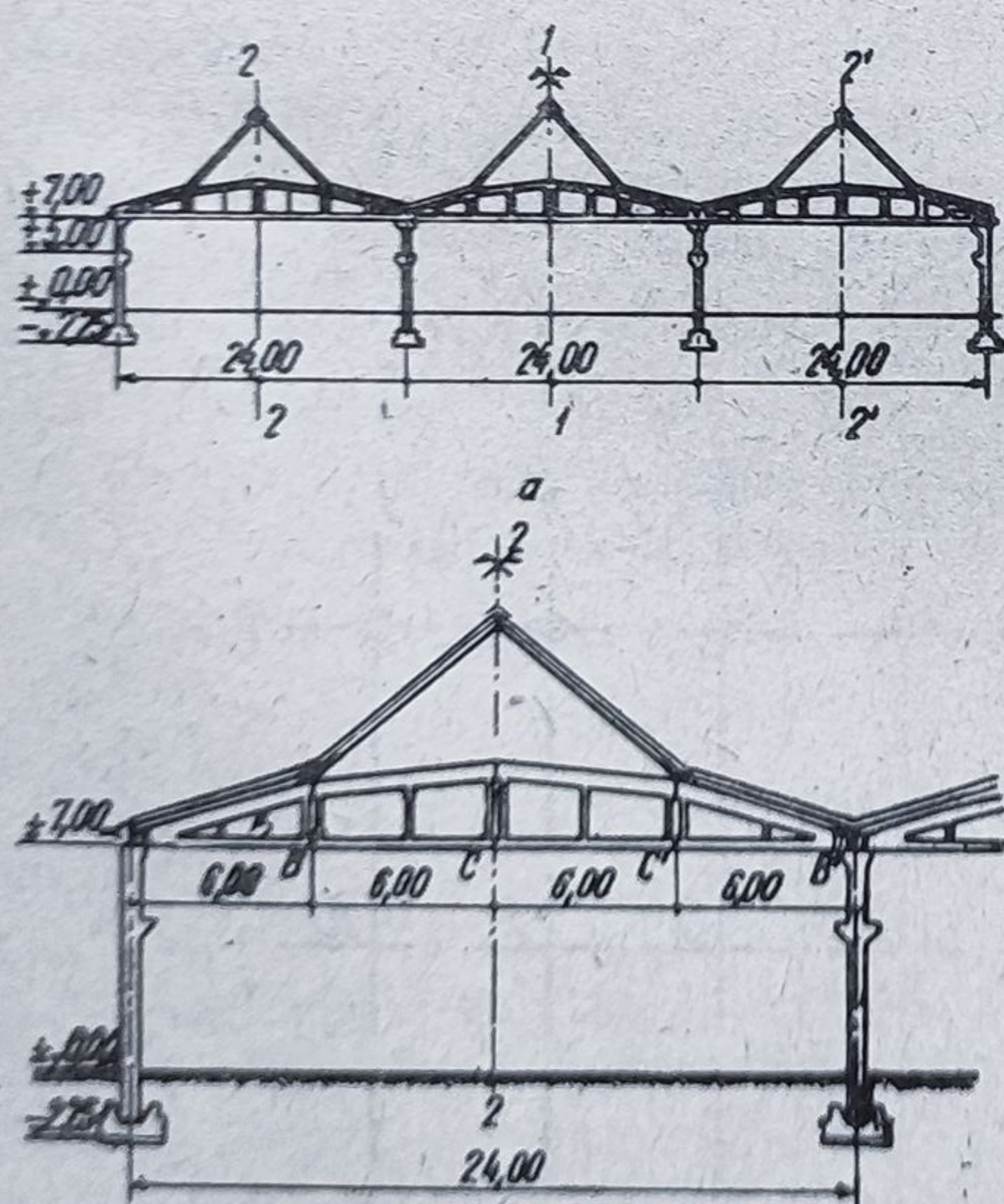


Fig. 8.12. Folosirea elementelor de simetrie la desenarea unui ansamblu simetric (hală cadre cu elemente prefabricate) :

a — secțiune transversală prin hală ; b — secțiune printr-o deschidere de cadru.

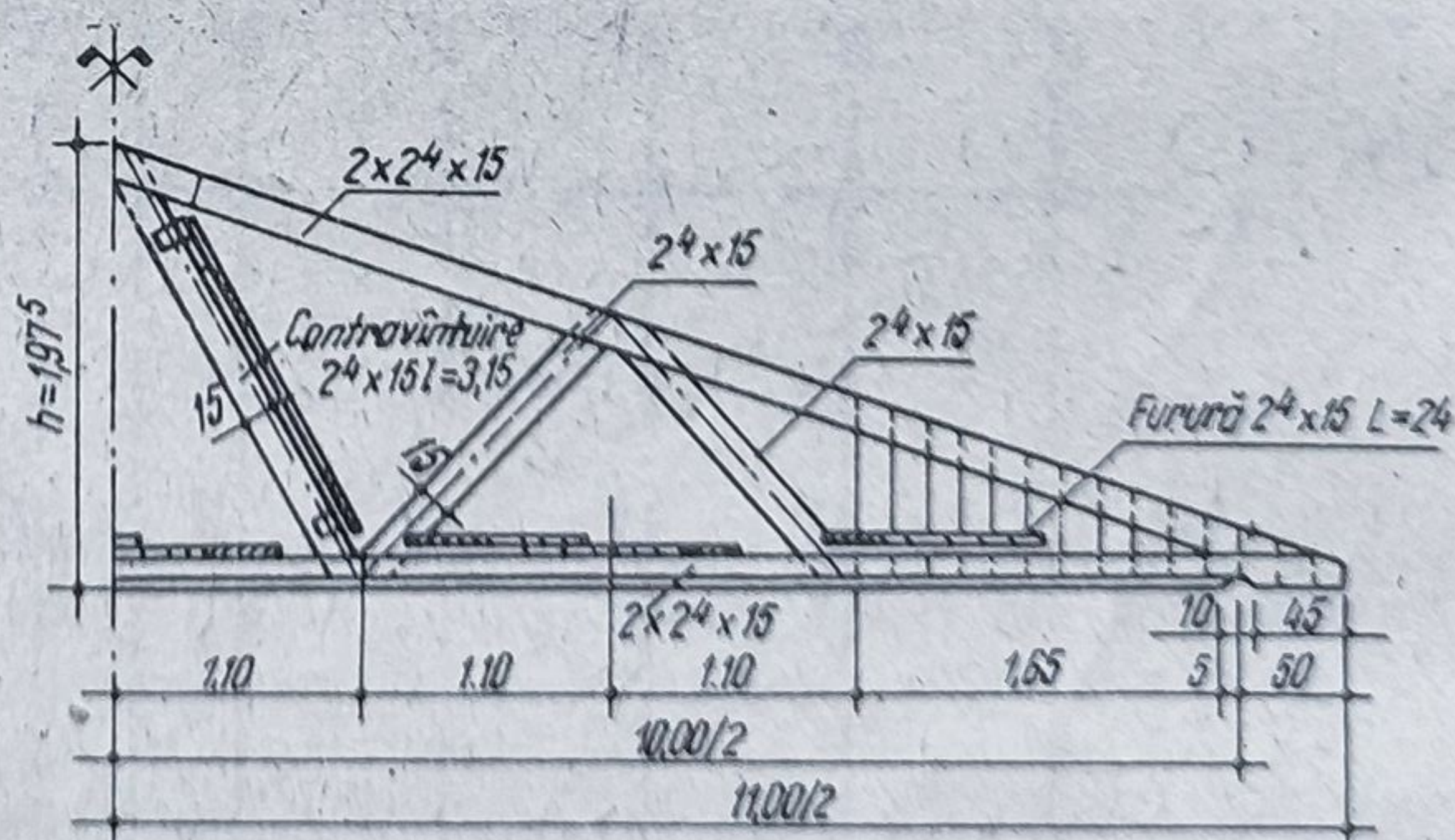


Fig. 8.13. Fermă din scânduri bătute în cuie.

CAPITOLUL 9

REPREZENTĂRI CONVENȚIONALE ÎN DESENUL DE CONSTRUCȚII

9.1. SECȚIUNI

În desenul tehnic de construcții, obiectele se reprezintă grafic prin vederi și secțiuni în proiecții ortogonale și perspective (fig. 9.1).

Proiecțiile ortogonale orizontale conțin elemente dimensionale de lungime și lățime ale obiectelor (fig. 9.1, *b*).

Proiecțiile ortogonale verticale conțin și elemente de înălțime ale obiectelor.

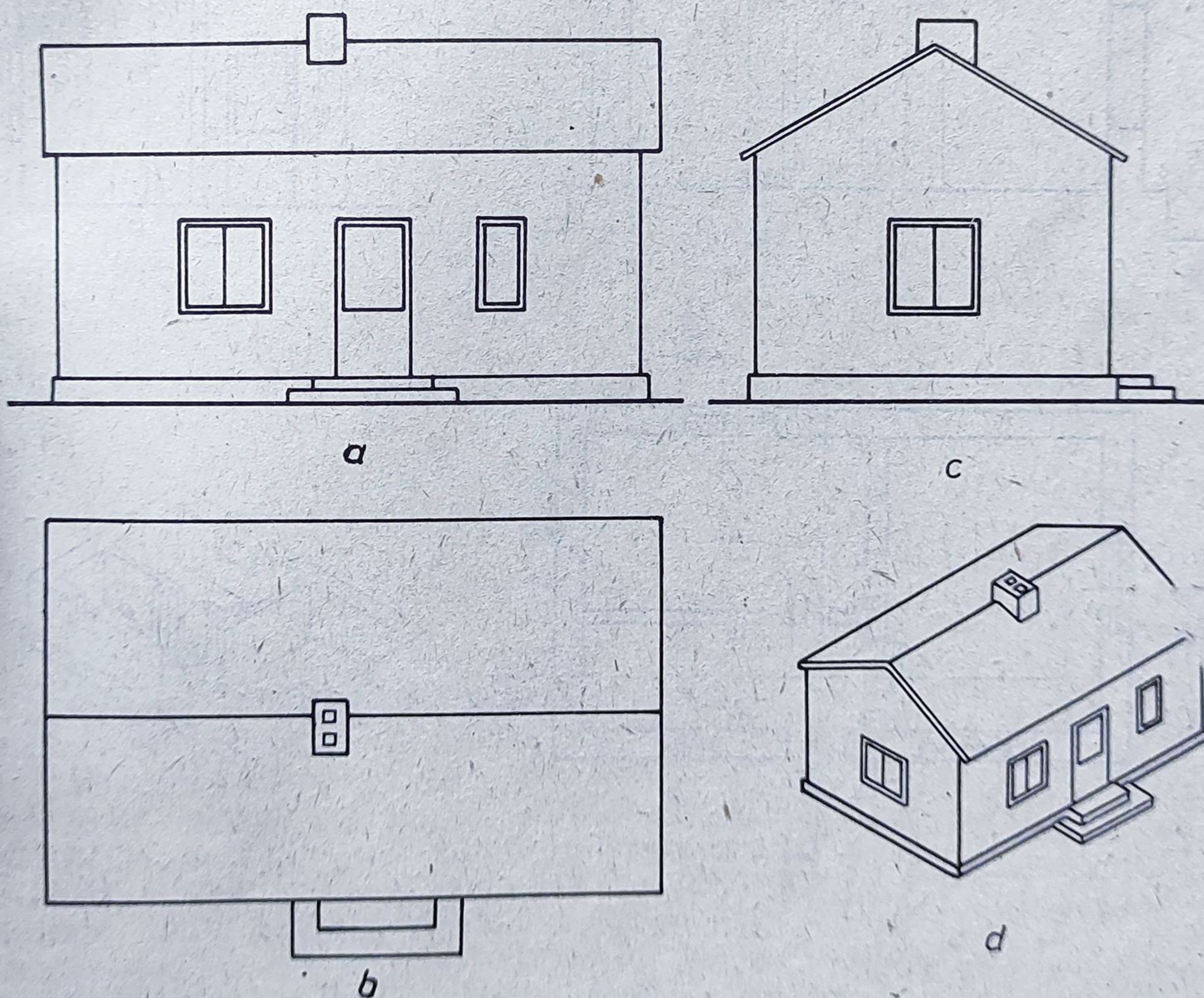


Fig. 9.1. Reprezentarea unei construcții :

a — vedere din față ; *b* — vedere de sus ; *c* — vedere laterală ; *d* — perspectivă.

Vederile obținute prin proiecții ortogonale pe planele de proiecție, determină numai forma și dimensiunile elementelor exterioare ale construcției. Pentru determinarea elementelor interioare (compartimentarea interioară, grosimea pereților, a planșelor, poziționarea ușilor, a ferestrelor, dimensiunea încăperilor, adâncimea și forma fundațiilor etc.), se folosesc secțiuni prin construcție. *Secțiunea* este reprezentarea obiectului după tăierea lui imaginară cu un plan de secționare și îndepărtarea părții dintre acest plan și ochiul observatorului.

Planurile de secționare se aleg perpendicular pe planurile de proiecție ; rezultă deci secțiuni orizontale sau verticale prin construcție.

Secțiunea orizontală prin construcție, executată la un nivel caracteristic, se numește *plan* ; fiind privită de sus, va cuprinde toate elementele caracteristice ale construcției, existente de la nivelul secțiunii în jos (poziția ușilor, a ferestrelor, a scărilor, mobilierul etc., fig. 9.2, *b*).

Elementele de deasupra planului de secționare, dacă trebuie indicate în desen, se reprezintă cu linii întrerupte. Planurile se definesc prin poziția lor, astfel : plan parter sau plan cota $\pm 0,00$; plan etaj sau plan cota $+2,80$ etc. Denumirea de sec-

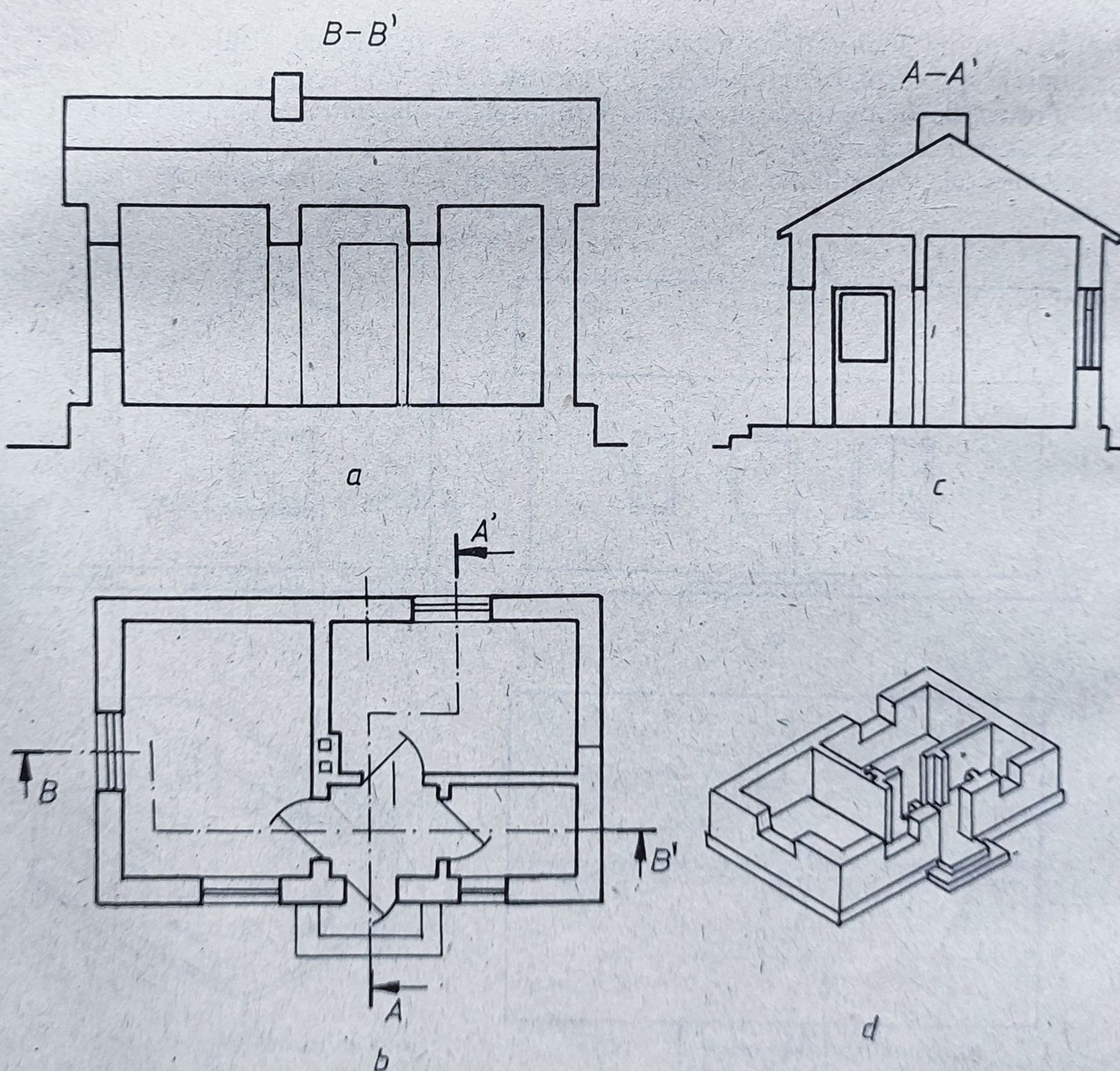


Fig. 9.2. Secțiuni ale unei construcții :

a — secțiune longitudinală ; *b* — plan ; *c* — secțiune transversală ; *d* — perspectivă secționată.

țiune se utilizează în general pentru secțiunea verticală prin construcție (fig. 9.2, *a* și *c*) ; ea poate fi *transversală* (perpendiculară pe dimensiunea mare) sau *longitudinală* (paralelă cu dimensiunea mare).

Urma planului de secționare pe planul de proiecție perpendicular se numește *traseu de secționare* ; se reprezintă prin linie-punct subțire (C_3), terminată la capete cu segmente îngroșate (C_1). Traseul de secționare se poate reprezenta pe toată lungimea sau numai la extremitățile secționării (fig. 9.2, *b*). Direcția de privire se indică prin săgeți subțiri, perpendiculare pe traseul de secționare, așezate cu vârful pe segmentele îngroșate ; în dreptul fiecărei săgeți, traseul de secționare se marchează cu cifre sau litere, cu înălțimea de două ori mai mare decât a cifrelor de cotă.

Traseele de secționare pot fi *rectilinii*, *decalate* sau *frânte* urmărind elementele care trebuie determinate în proiecție (fig. 9.3). Segmentele îngroșate din capete nu trebuie să intersecteze liniile de contur.

În desenul de construcții se utilizează două tipuri de secțiuni (STAS 1434-83) :

- *secțiunea propriu-zisă*, în care desenul reprezintă numai elementele din planul de secționare (fig. 9.4, *a*) ;

- *secțiunea cu vedere*, în care desenul reprezintă atât elementele din planul de secționare, cât și cele care se văd pe direcția de privire, în spatele planului de secționare (fig. 9.4, *b*).

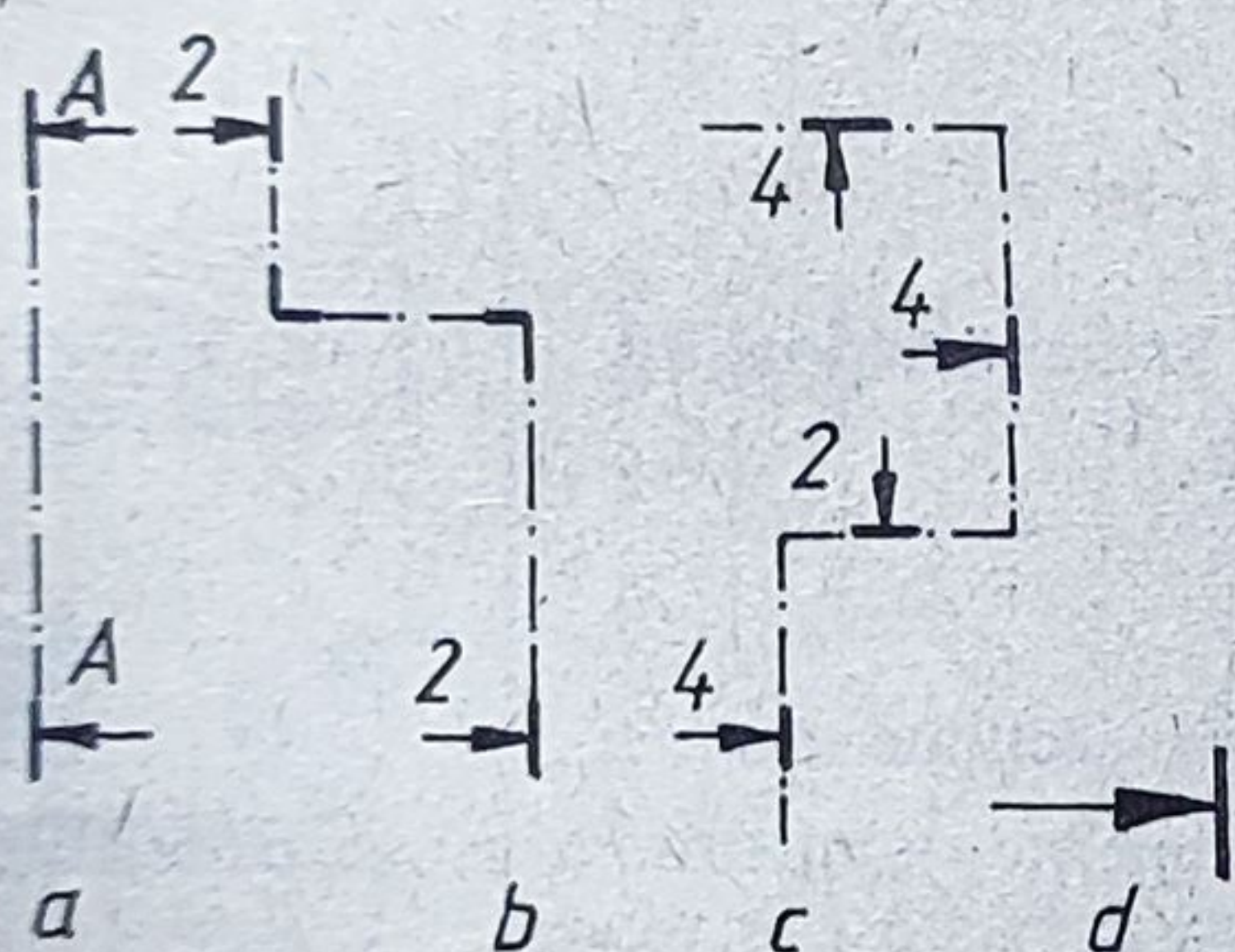


Fig. 9.3. Trasee de secționare.

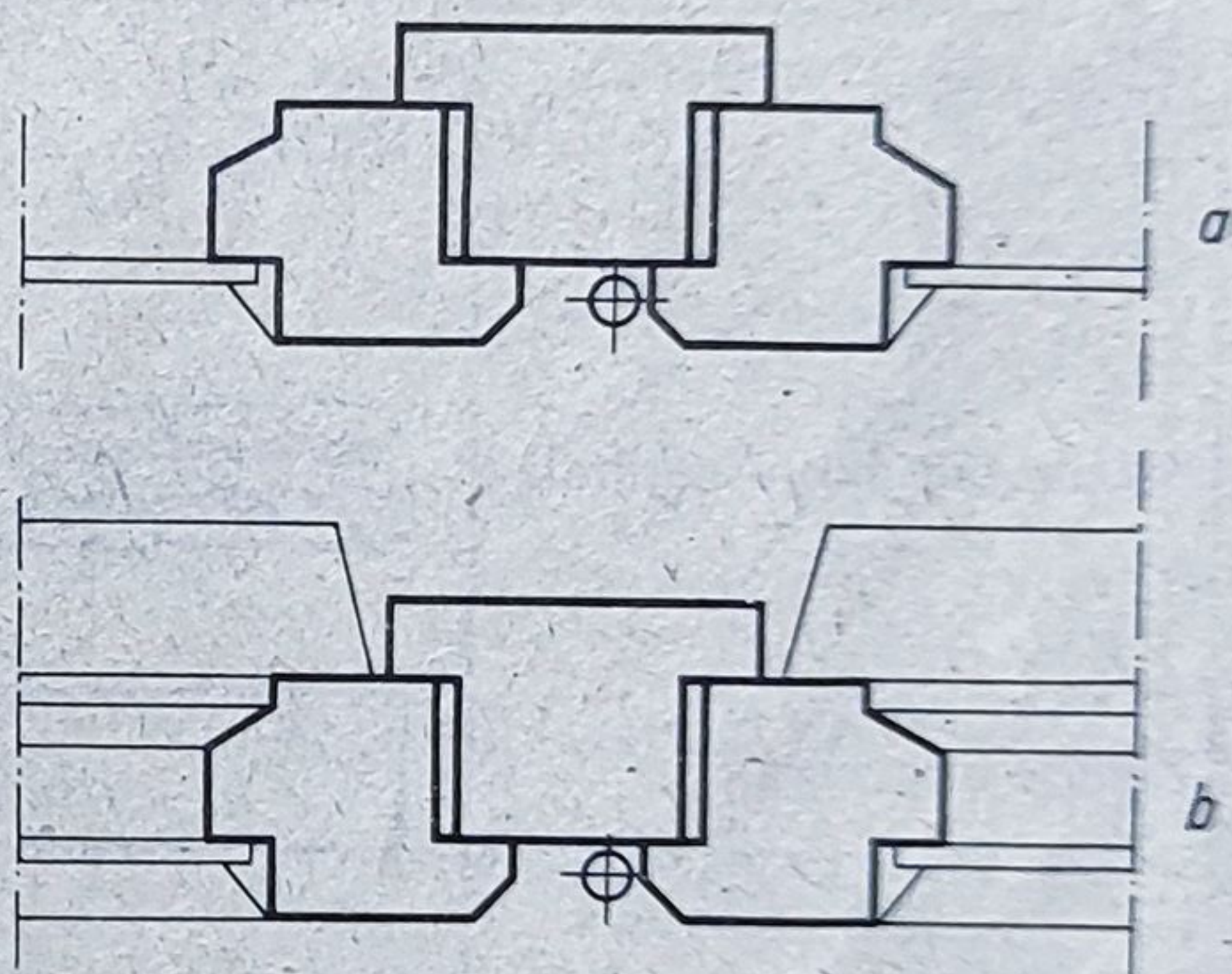


Fig. 9.4. Reprezentarea secțiunilor :
a — secțiune propriu-zisă ; *b* — secțiune cu vedere.

Obiectele simetrice se pot reprezenta secționate numai până la axa de simetrie (fig. 9.5).

Elementele secționate se conturează cu linii mai groase, pentru a se deosebi mai ușor de cele văzute. Pe secțiunile cu vedere se pot reprezenta și elementele care se găsesc în fața planului de secționare ; ele se indică cu linie-punct subțire. Elementele pentru care se întocmesc detalii pot să nu fie indicate sau pot fi indicate simplificat în secțiuni.

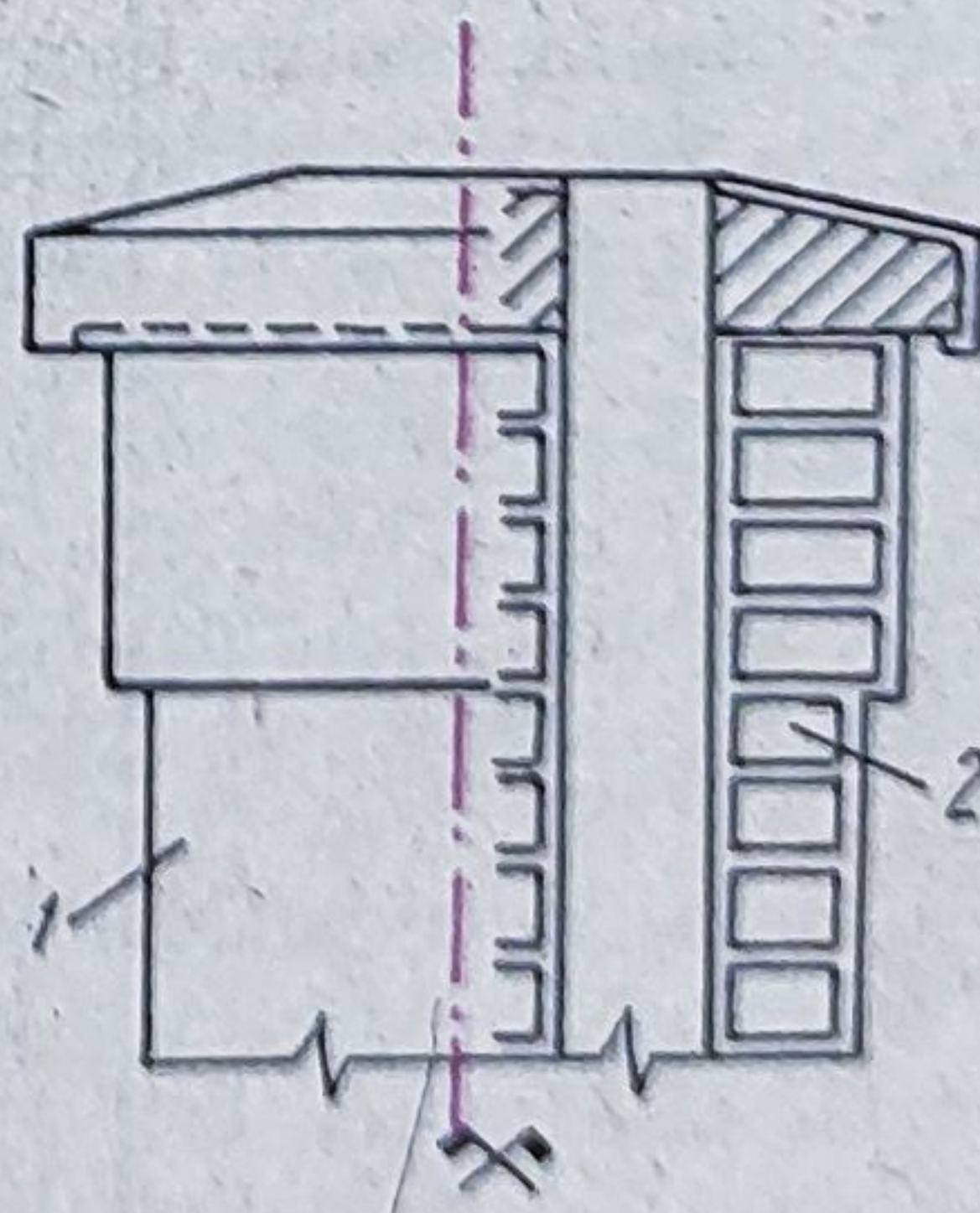


Fig. 9.5. Reprezentarea unui element simetric :
1 — vedere ; *2* — secțiune.

9.2. REPREZENTAREA MATERIALELOR

Pentru redactarea și interpretarea unitară a desenelor de construcții, materialele se reprezintă prin semne convenționale, (STAS 1434-83), în general în secțiuni și detalii (tab. 9.1).

Tabelul 9.1

Reprezentarea convențională a materialelor

Materialul	Reprezentarea	Materialul	Reprezentarea
Pământ		Beton armat monolit: — la scară $\geq 1:50$ — la scară $< 1:50$	
Lichide		Beton armat prefabricat la scară $\geq 1:50$	
Umplutură		Metal: profiluri și bare rotunde	
Zidărie din piatră naturală		Lemn în secțiune longitudinală	
Zidărie în general		Lemn în secțiune transversală	
Zidărie din dărâmat		Izolație termică, fonică etc.	
Tencuială		Izolație hidrofugă	
Mozaic		Azbociment, produse din ipsos	
Rășină		Geam	
Beton simplu		Indiferent de material, pentru dimensiuni mici ale cîmpului	

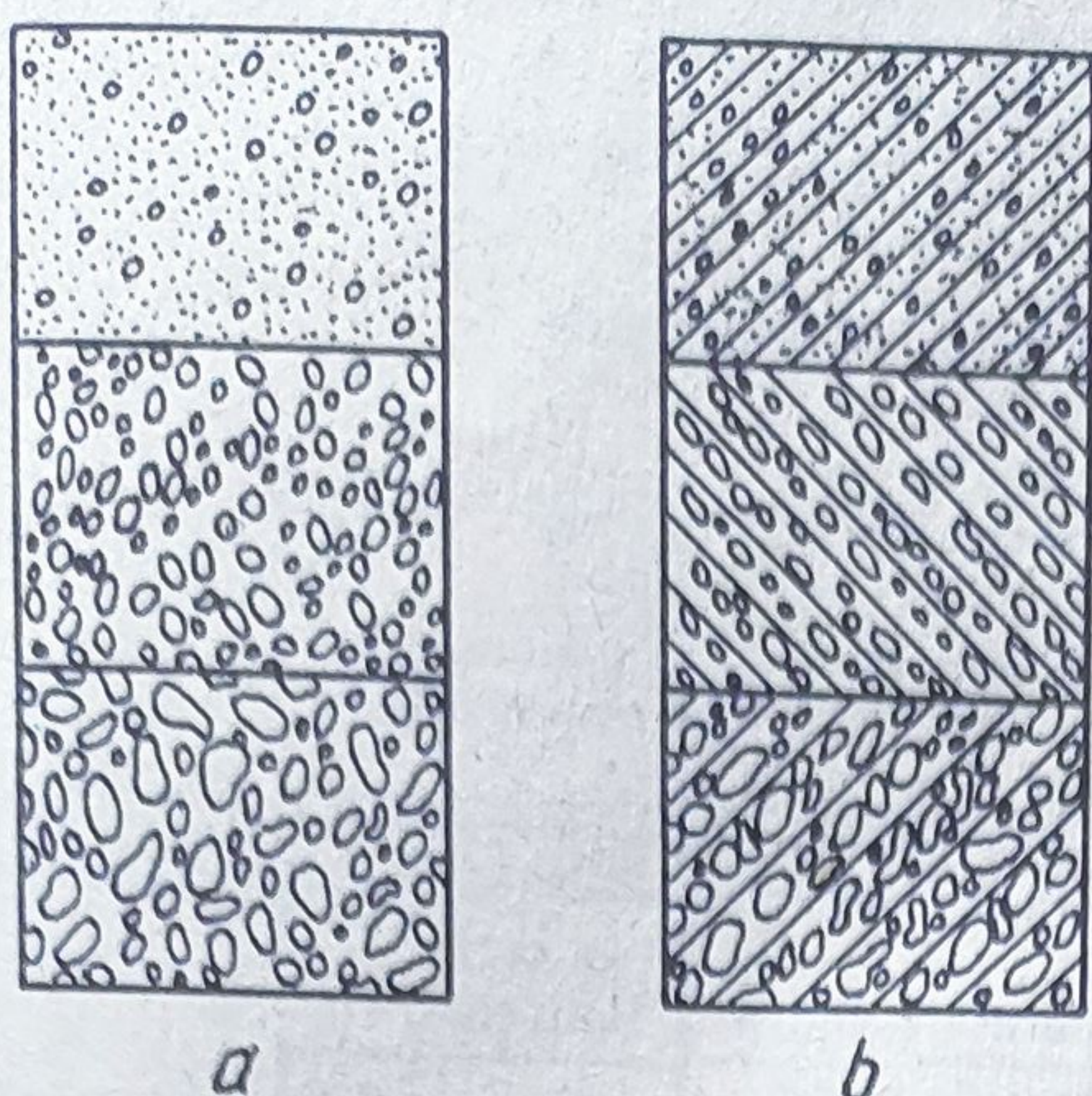


Fig. 9.6. Reprezentări convenționale diferențiate ale aceluiași material:

a — beton simplu ; *b* — beton armat.

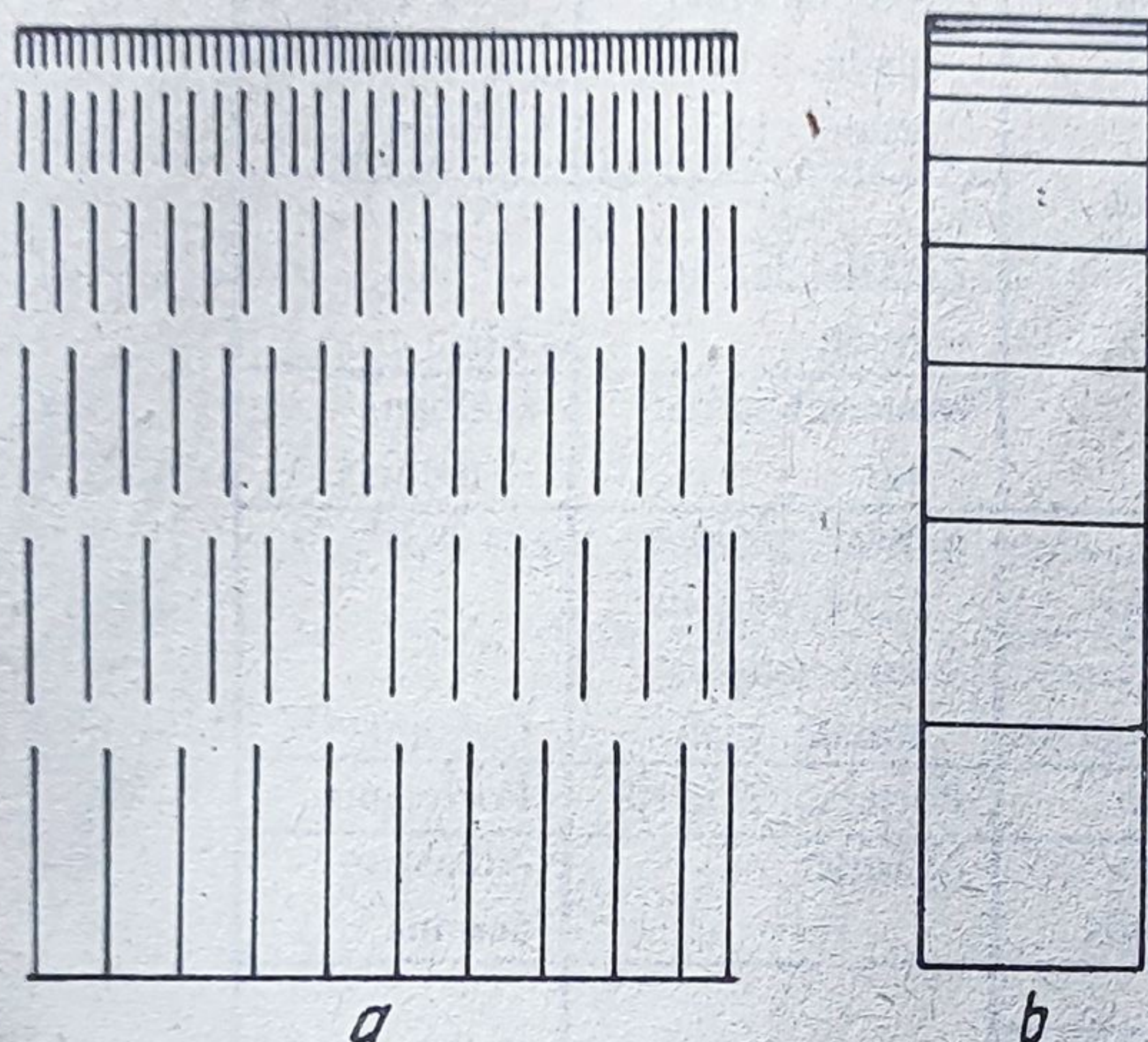


Fig. 9.7. Reprezentarea convențională a suprafețelor plane înclinate:

a — taluz înclinat ; *b* — plan înclinat.

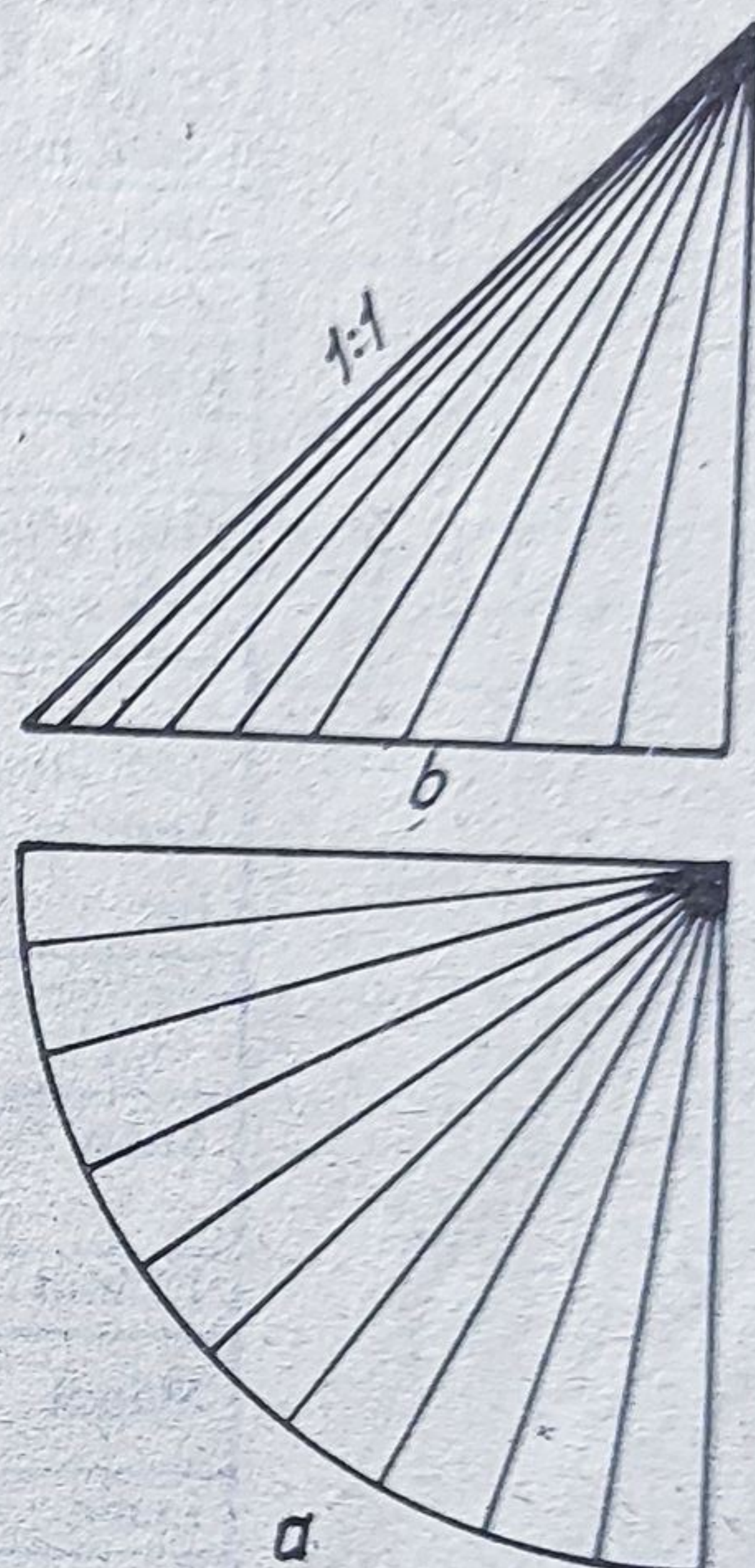


Fig. 9.8. Reprezentarea taluzurilor curbe:

a — plab ; *b* — vedere.

În plan se trasează numai conturul secțiunii orizontale prin elementele de construcții, fără a se indica prin simboluri materialele. În secțiunile desenate la scară mare, materialele se reprezintă convențional numai pe conturul figurii. Pentru materialele care nu sunt cuprinse în tabelul 9.1, simbolurile ce se folosesc trebuie indicate în legenda desenului. Când, datorită spațiului redus, nu se pot indica în desen simbolurile respective, acestea se indică într-o notă sau o legendă explicativă. Când desenul reprezintă în secțiune un ansamblu de elemente din același material, se folosesc reprezentări convenționale diferențiate, în funcție de caracteristicile materialului ; pentru beton simplu, de exemplu, densitatea câmpului crește corespunzător rezistenței (fig. 9.6, *a*) ; pentru beton armat, de asemenea, densitatea hașurilor crește în funcție de rezistență (fig. 9.6, *b*).

Suprafețele de teren înclinate (taluzurile) și suprafețele plane înclinate au densitatea câmpului mai mare spre cota maximă (fig. 9.7, *a* și *b*). Taluzurile curbe se reprezintă în plan prin trasarea pe direcția razei a unor linii subțiri echidistante (fig. 9.8, *a*) ; în elevație, ele se reprezintă prin linii subțiri trasate în lungul taluzului, mai dens spre cota maximă (fig. 9.8, *b*). În unele cazuri, pentru reprezentarea materialelor, se folosesc și culorile (tab. 9.2).

Culori convenționale pentru materiale de construcție

Material	Culoarea co- respunzătoare	Material	Culoarea co- respunzătoare
Fontă	Cenușiu	Zidărie de piatră Placaj de piatră naturală și ar- tificială (mar- mură, ardezie, granit etc.)	Cenușiu
Fontă maleabilă	Albastru		
Oțel	Violet-închis		
Aramă	Roșu		
Bronz	Portocaliu		
Alamă	Galben		
Zinc, plumb, cositor	Verde- deschis		
Aluminiu, mag- neziu și aliajele lor	Verde	Zidărie de cără- midă	Roșu
		Material refrac- tar	Galben- închis
Nichel și aliajele lui	Violet- deschis	Azbest, pâslă, fibră, cauciuc tare, cauciuc moale, piele	Cafeniu
Sticlă	Verde-des- chis-gălbui		
Pământ	Cafeniu	Porțelan, faianță	Portocaliu
Stâncă	Cafeniu- deschis	Lichide	Albastru- deschis
Lemn	Siena		
Beton	Cenușiu		

9.3. RUPTURI

Ruptura este o reprezentare convențională care indică ruperea și îndepărtarea imaginată a unei porțiuni din obiectul reprezentat, în scopul simplificării și reducerii desenului.

Fiecare material are un semn convențional pentru linia de ruptură (fig. 9.9). Când ruptura delimitează mai multe elemente din același material, sau materiale diferite, pentru simplificare se folosesc linii-punct (fig. 9.10). Elementele întrerupte, indiferent de material, se pot reprezenta prin linii-punct paralele (fig. 9.11). În câmpurile hașurate sau la reprezentarea convențională a materialelor din secțiuni, indicarea liniei de ruptură nu este necesară (fig. 9.12).

9.4. UȘI ȘI FERESTRE

Golurile lăsate în zidărie pentru uși și ferestre se reprezintă la scara desenului, în funcție de dimensiuni și de tipul elementelor utilizate.

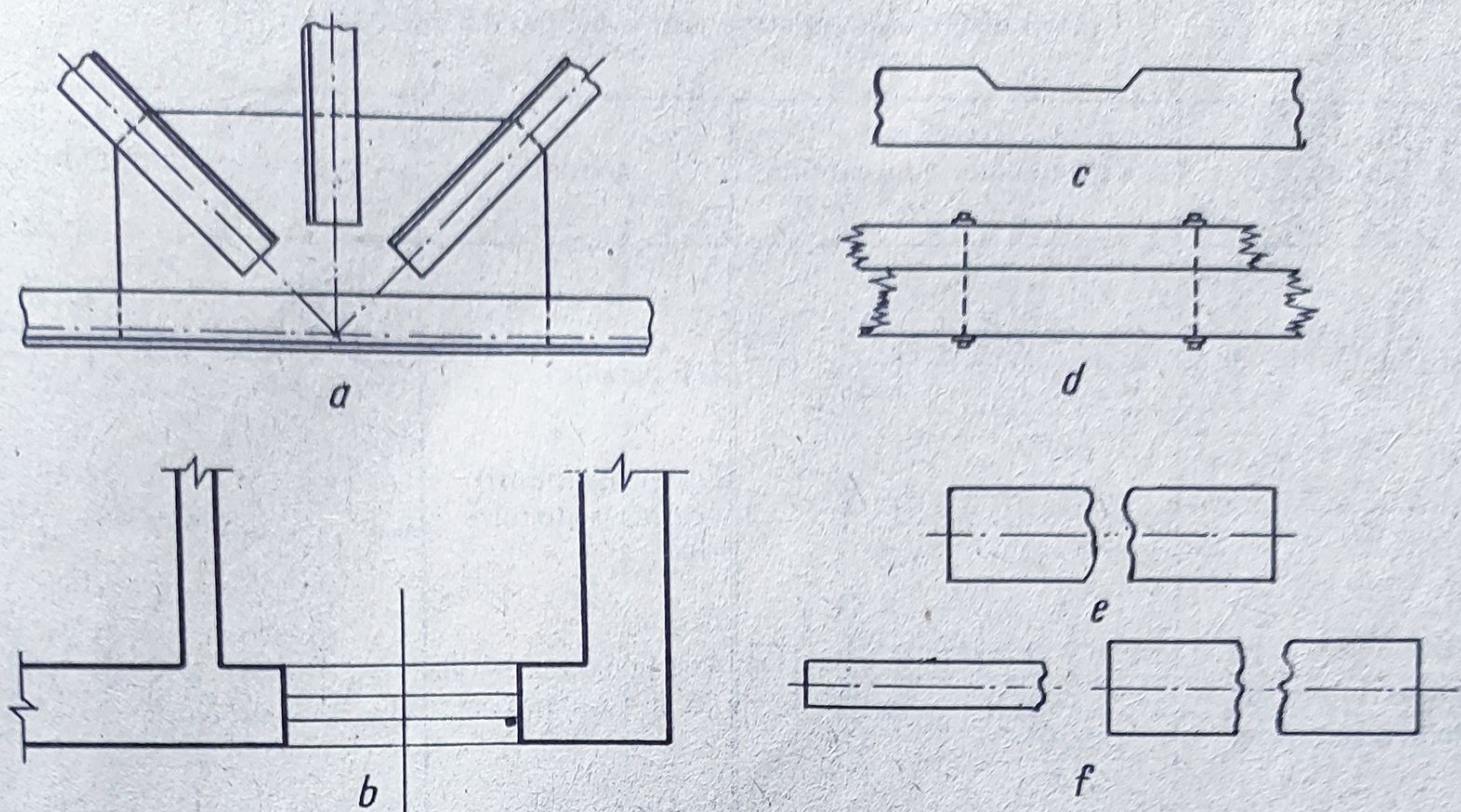


Fig. 9.9. Reprezentarea convențională a rupturilor pentru diferite materiale :

a — elemente metalice ; *b* — zidărie ; *c* — lemn rotund ; *d* — lemn ecarisat ;
e — țeavă metalică ; *f* — bare metalice rotunde.



Fig. 9.10. Reprezentarea convențională a unei rup-turi pentru o secțiune alcătuită din mai multe ele-mente și materiale.

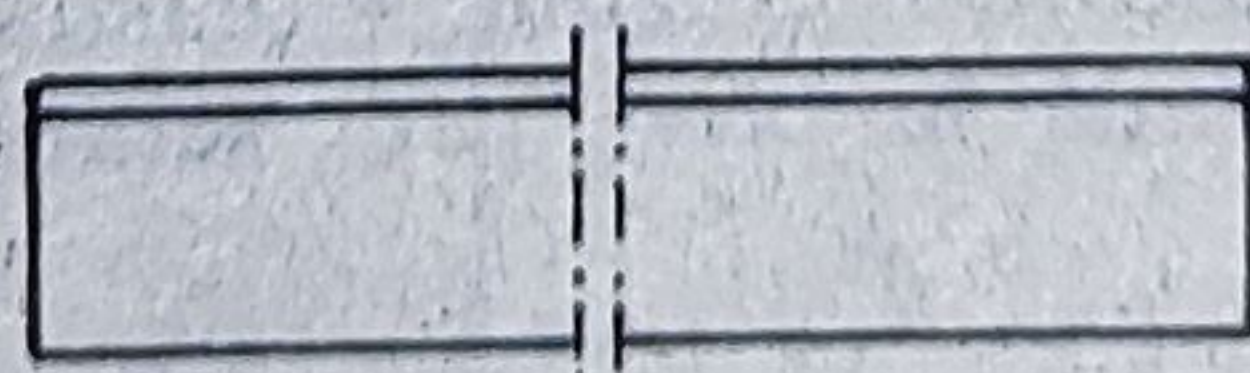


Fig. 9.11. Reprezentarea con-vențională a elementelor în-trerupte.

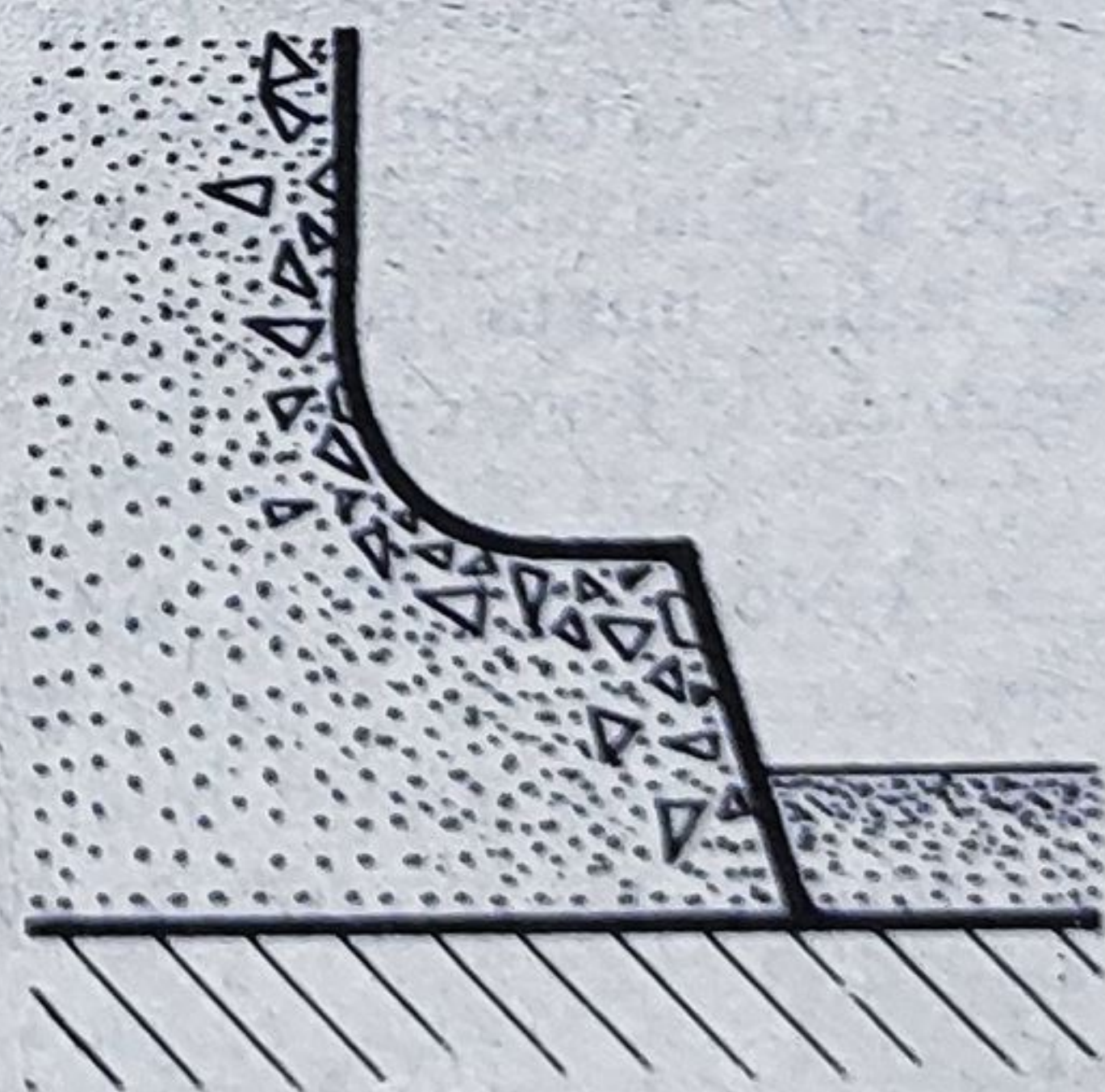
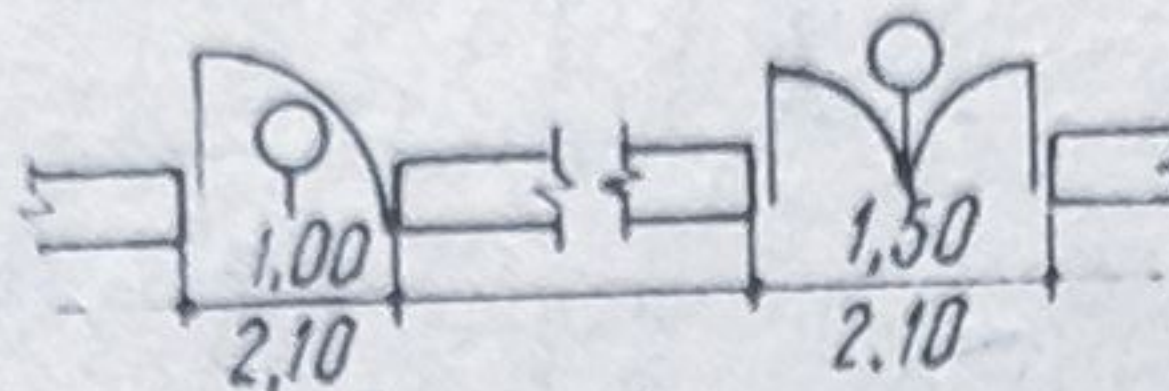
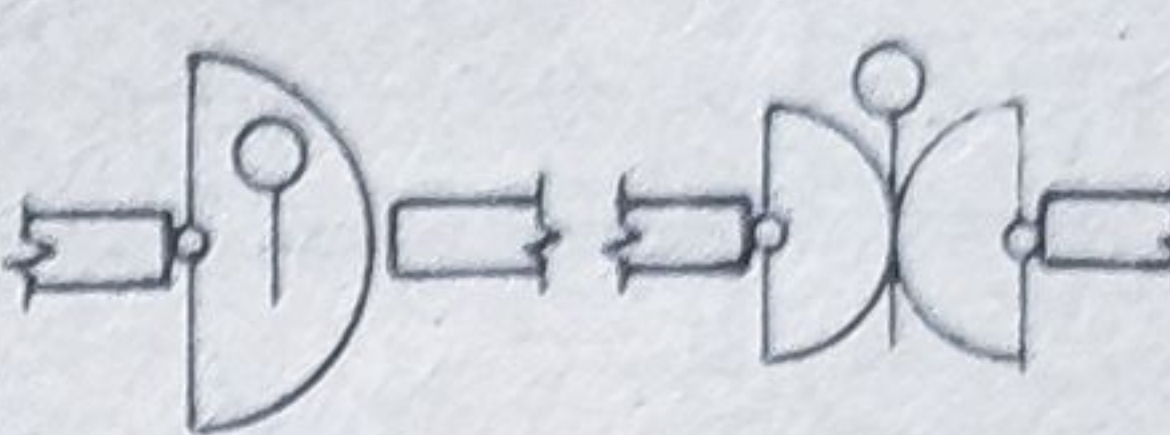
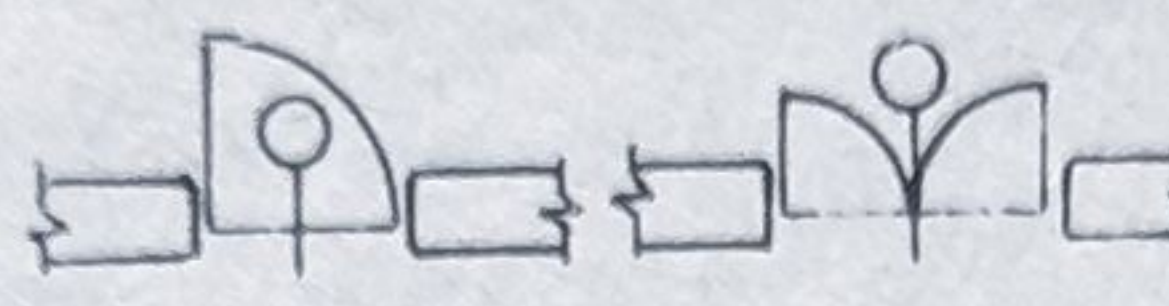
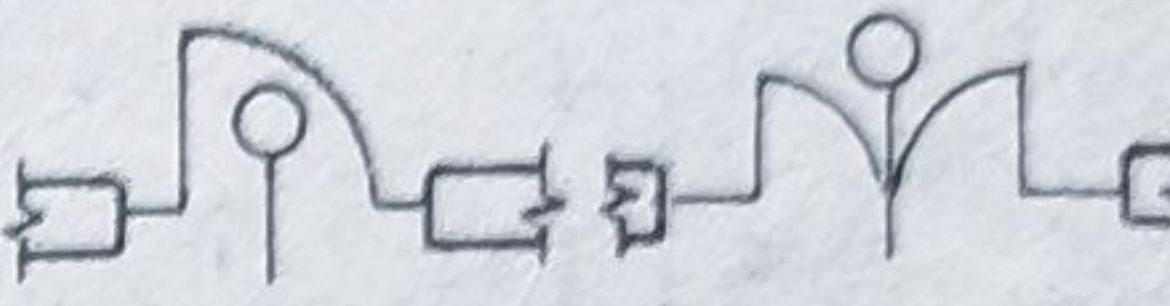
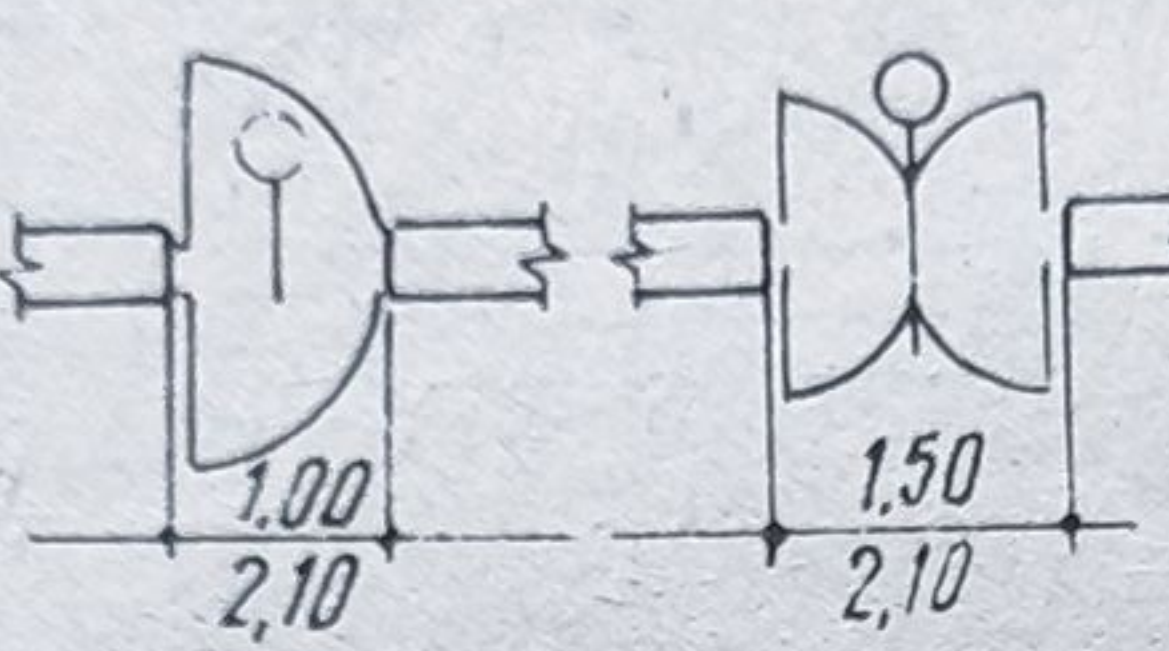
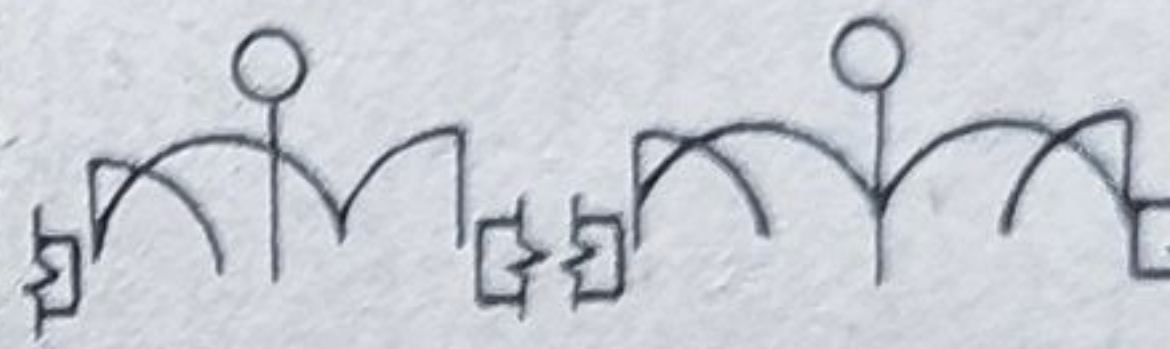
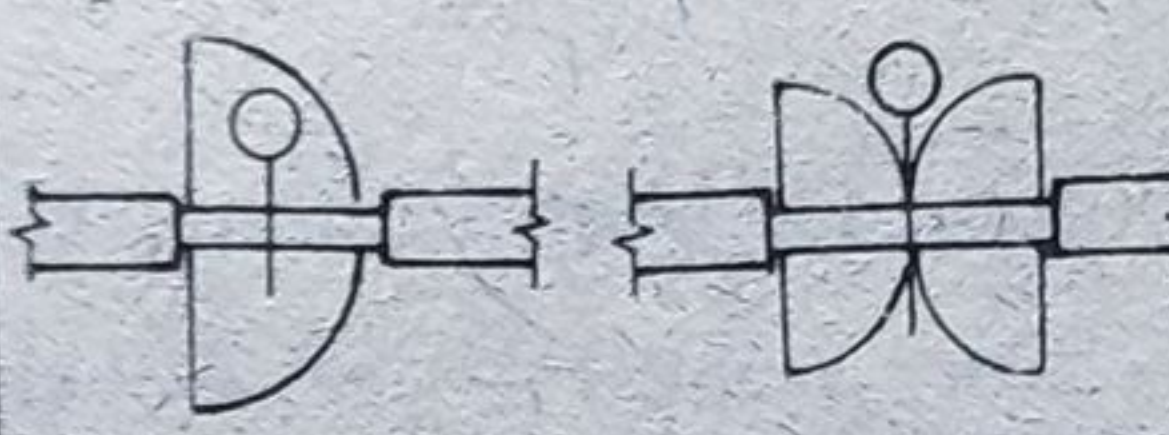
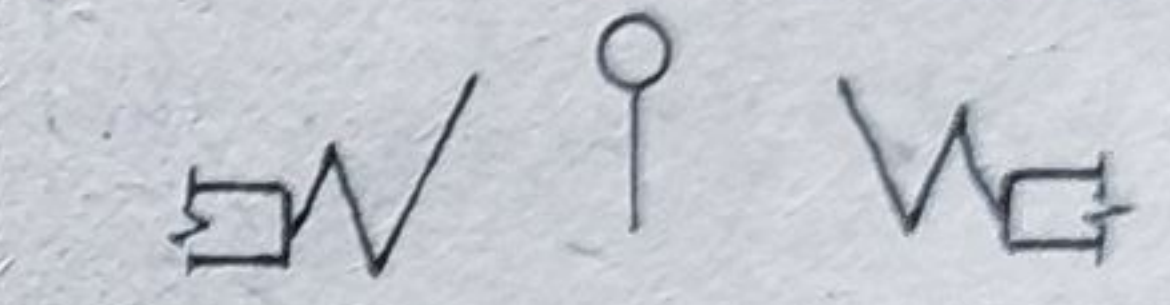
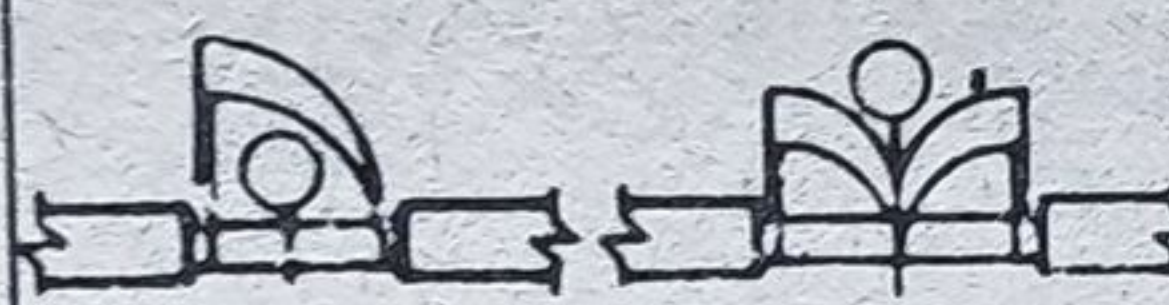
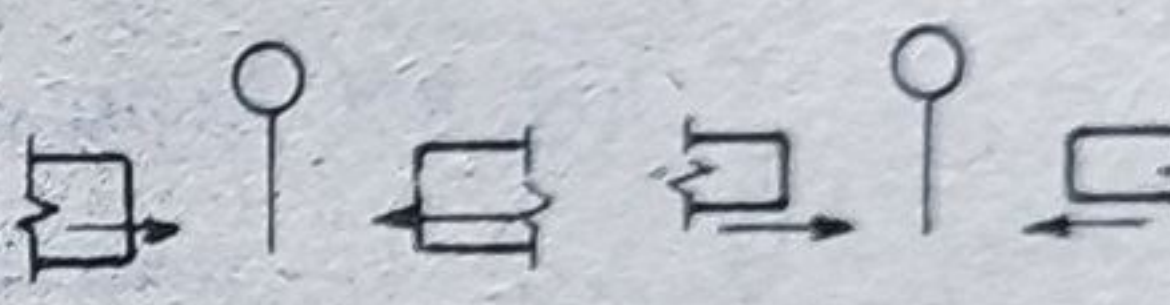
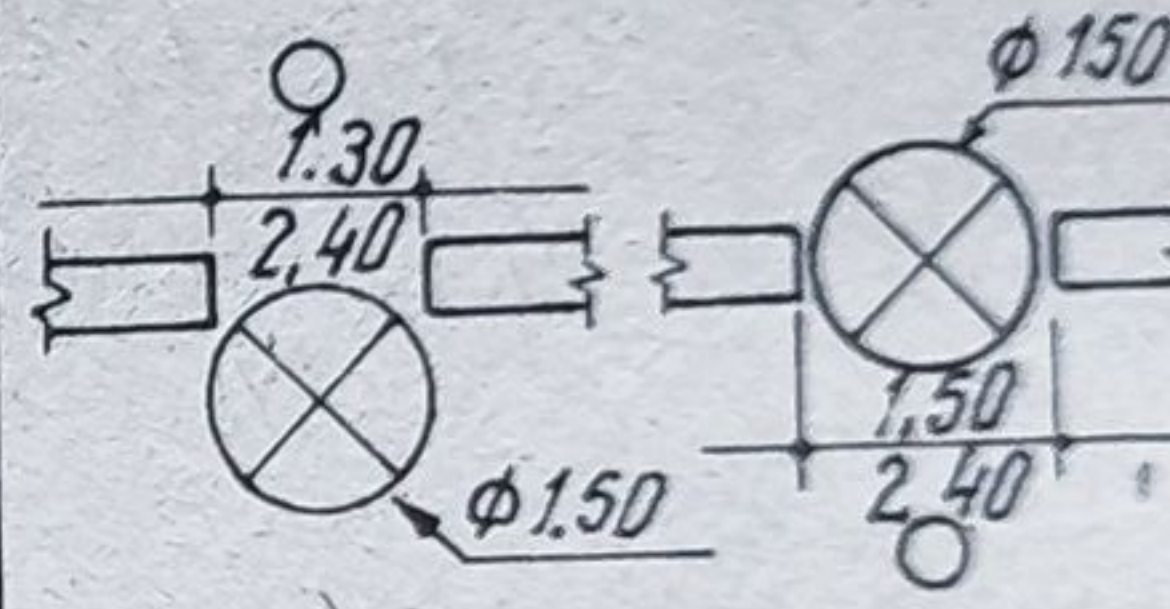


Fig. 9.12. Secțiuni de materiale la care nu se folosesc linii de ruptură

Reprezentări convenționale pentru uși (STAS 1434-83)

Denumire	Reprezentare convențională	Denumire	Reprezentare convențională
Uși simple, fără prag		Uși batante	
Uși simple, cu prag		Uși (glasvanduri) cu părți laterale fixe	
Uși duble, cu deschidere în ambele sensuri, fără prag		Uși (glasvanduri) în 3 și 4 canaturi	
Uși duble, cu deschidere în ambele sensuri, cu prag		Ușă-armonică	
Uși duble, cu deschidere în același sens, cu prag		Uși glisante	
		Uși turnante	

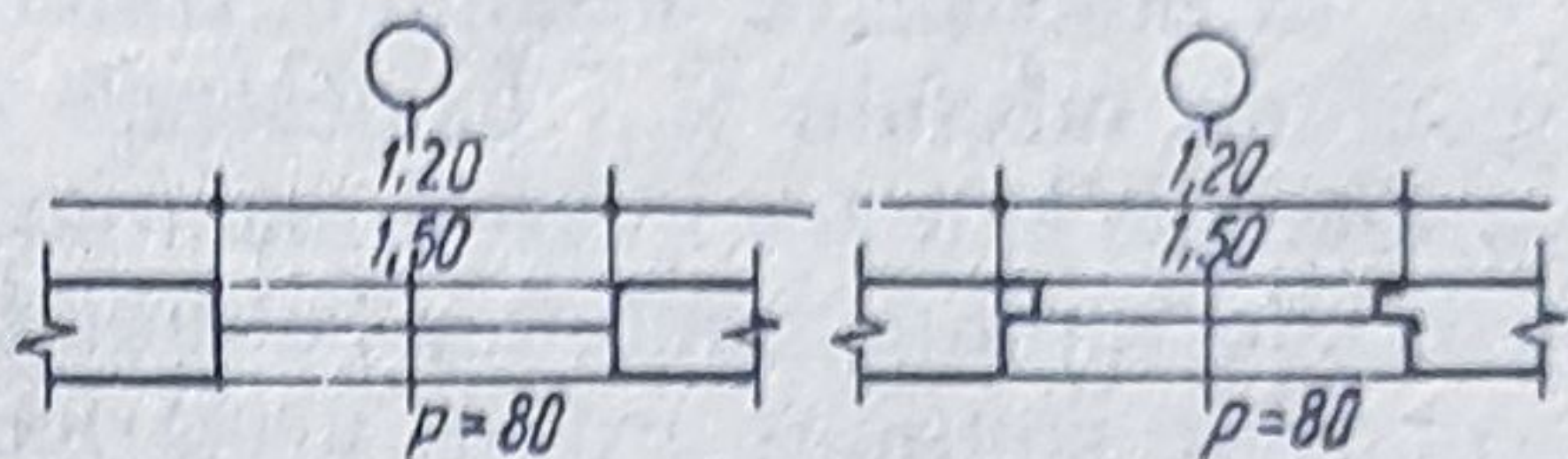
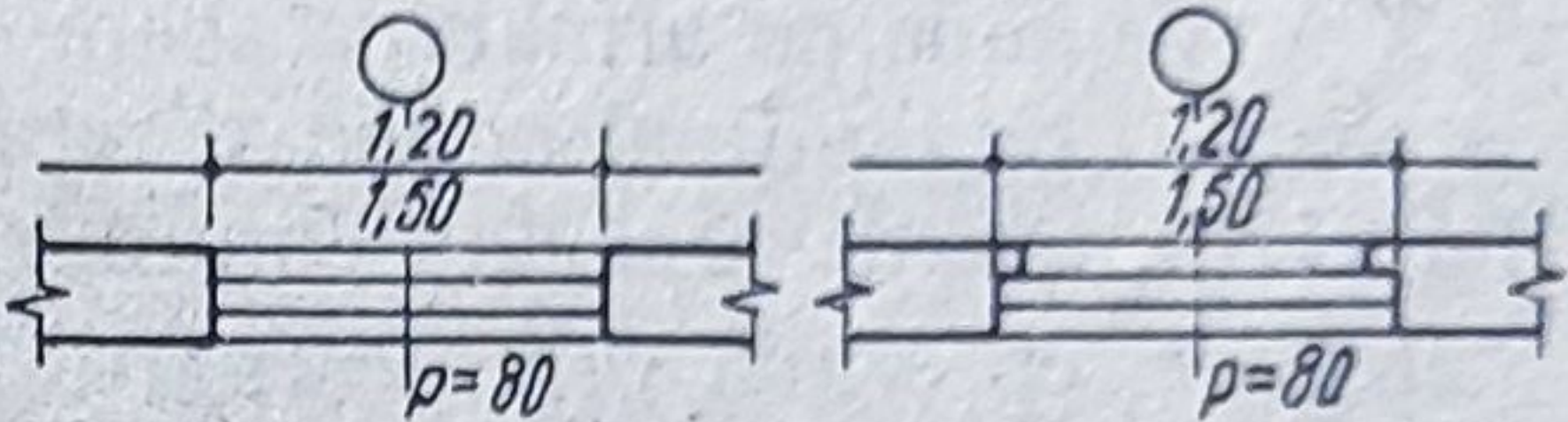
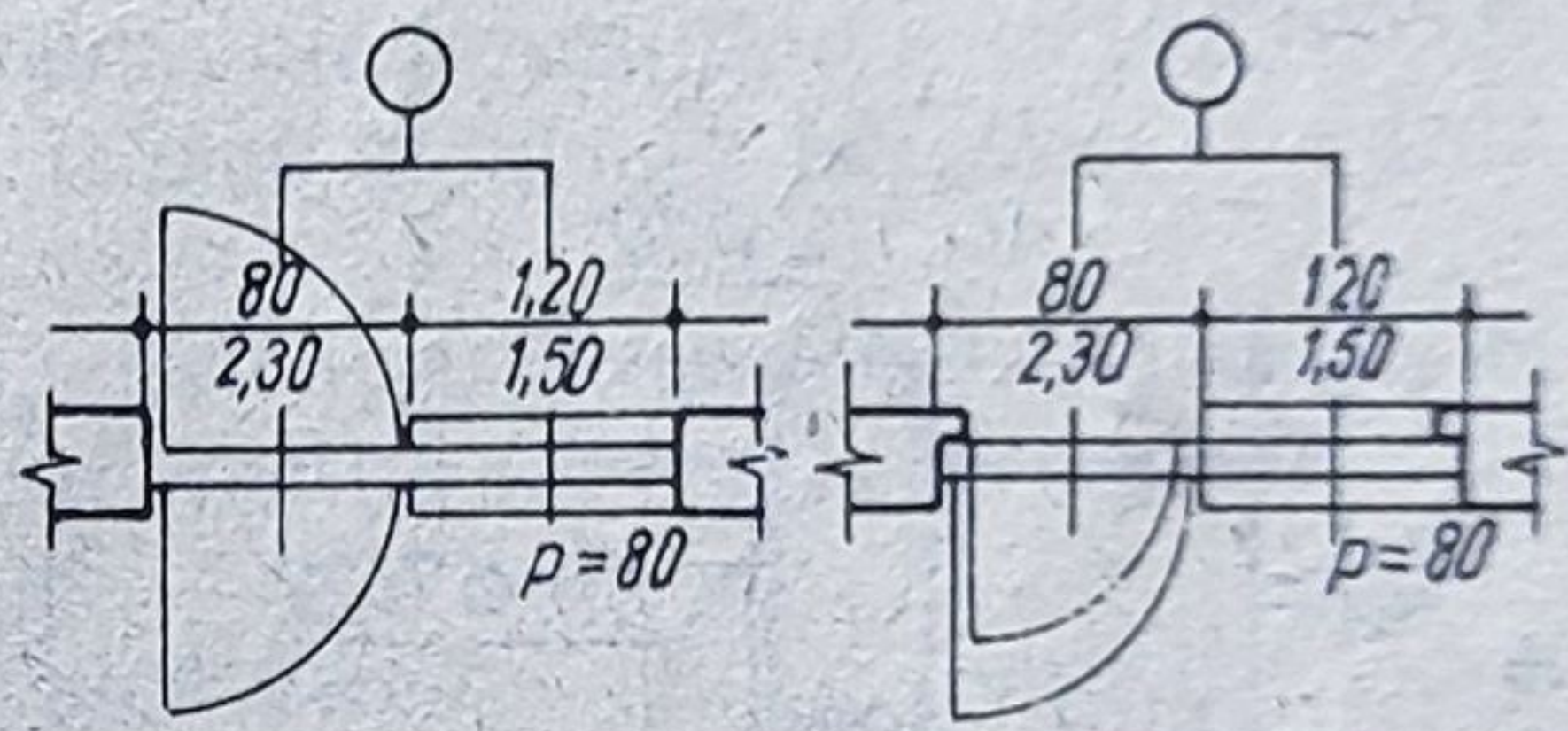
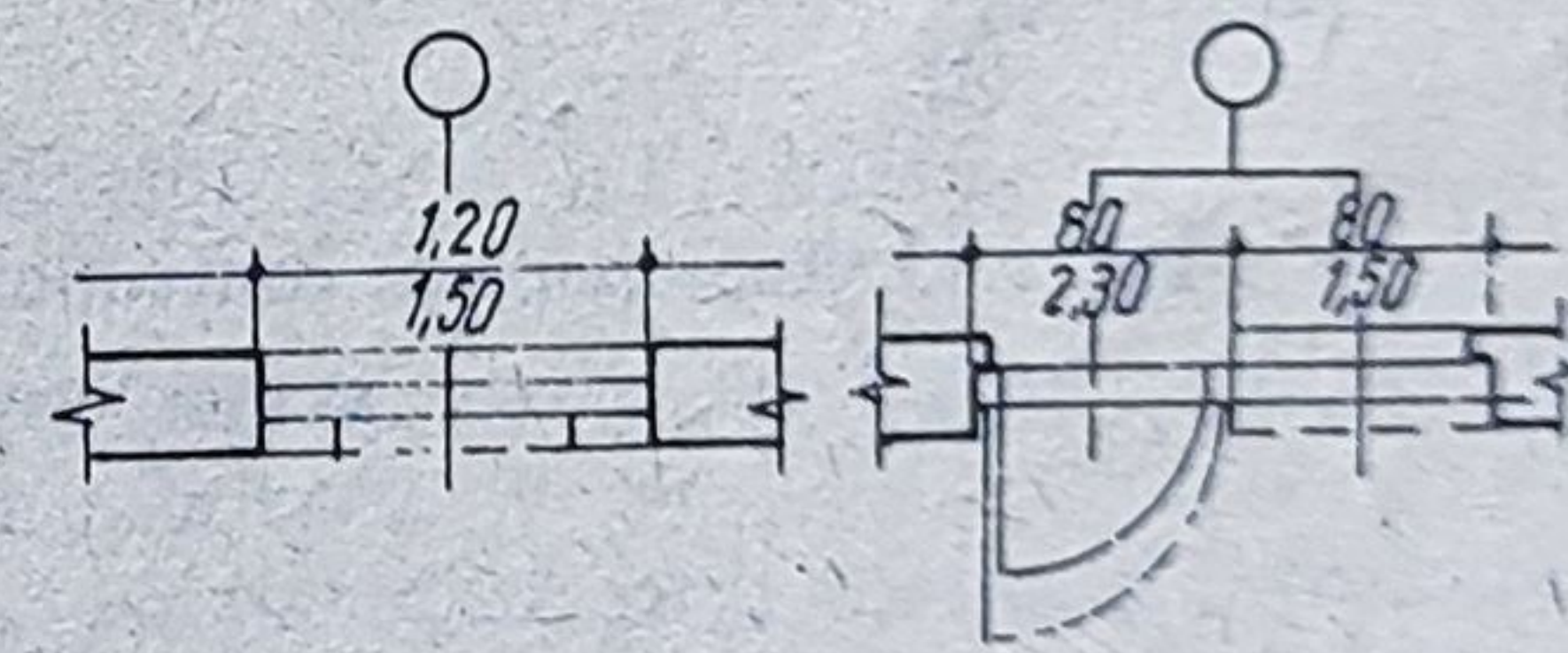
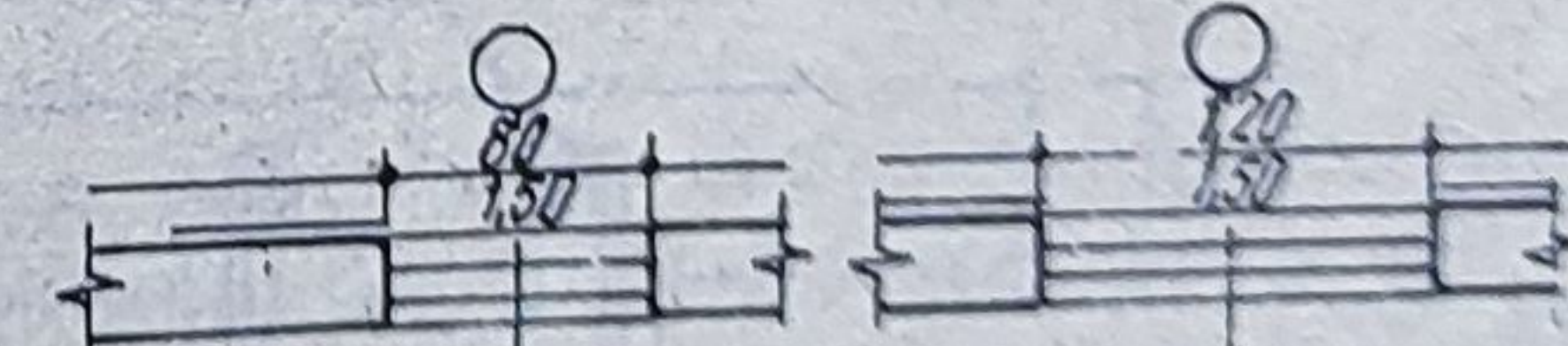
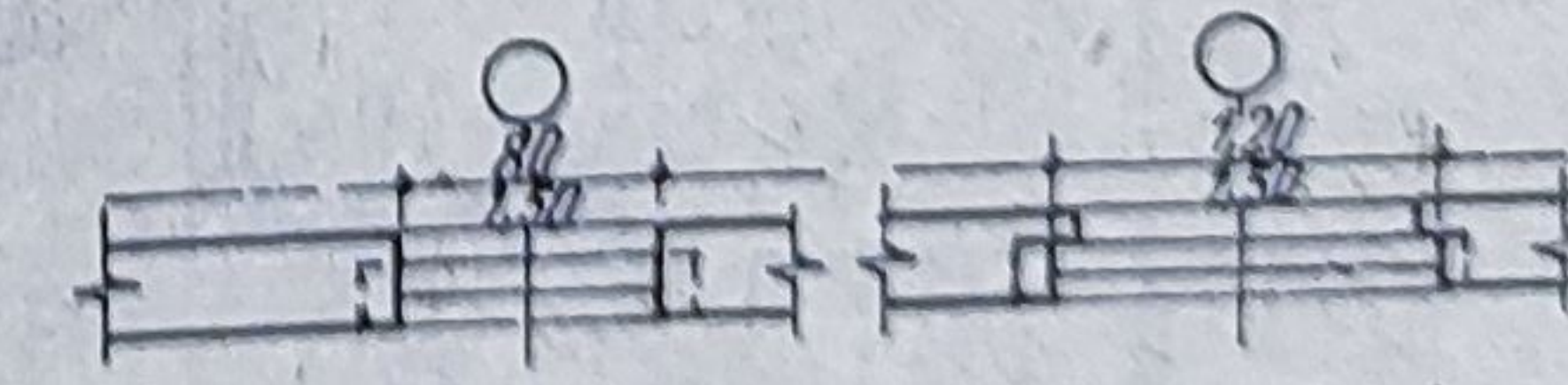

La uși, indicarea sensului de deschidere și cotarea sunt obligatorii numai la planurile de execuție. Ușile se reprezintă prin semne convenționale, în funcție de tipul lor, conform tabelului 9.3. Sensul de deschidere se indică printr-un arc de cerc și linia tăbliei ușii, trasată la 90° sau înclinat față de axul zidului. În secțiuni se indică numai golul ușii, conturat cu două linii subțiri care reprezintă muchiile văzute ale peretelui.

Ferestrele, atât în planuri, cât și în secțiuni, se reprezintă prin golul din secțiunea peretelui, conturat prin două linii subțiri (muchii văzute ale peretelui) și una sau două linii subțiri intermediare ce reprezintă fereastra propriu-zisă. Tipurile de ferestre și uși-ferestre se reprezintă în plan, prin semne convenționale, conform tabelului 9.4.

În mijlocul golului, la uși și ferestre, se trasează o linie subțire, la capătul căreia se figurează un cerc în care se trece indicativul din tabelul de tâmplărie. În dreptul golurilor de uși și ferestre se scriu dimensiunile modulate ale acestora. La ferestre, cercul cu indicativul și cotarea se figurează în exteriorul clădirii. Nișele lăsate în parapet pentru radiatoare se indică cu linii întrerupte.

În plan și secțiuni, tâmplăria se desenează la scară 1 : 20 sau mai mare.

Reprezentări convenționale pentru ferestre (STAS 1434-83)

Denumire	Reprezentare convențională
Ferestre simple, fără și cu urechi	
Ferestre duble, fără și cu urechi	
Uși-ferestre, duble, fără și cu urechi	
Ferestre cu nișe de radiator la parapet	
Ferestre duble cu obloane exterioare	
Ferestre cu obloane rulante, cu chingă în stînga sau dreapta	
Fereastră-ghișeu	

9.5. ELEMENTE DIN BETON ARMAT

Elementele din beton armat se reprezintă grafic la scara desenului ; pentru a fi identificate cu ușurință se notează cu litere și cifre, după natura lor (de exemplu : fundațiile — $F_1 \dots F_5$; stâlpii — $S_1 \dots S_6$; grinziile — $G_1 \dots G_7$; centurile — $C_1 \dots C_3$; diafragmele — $D_1 \dots D_4$ etc.). Mărcile betoanelor și tipurile de oțel folosite se specifică sub titlul desenului, dacă sunt diferite, și deasupra indicatorului, dacă sunt identice la toate desenele planșei.

În desenele de ansamblu, elementele din beton armat se reprezintă în secțiuni, conform tabelului 9.1. În desenele de detaliu ale elementelor de beton armat (reprezentate la scara 1 : 20 și mai mică), barele armăturilor, se trasează convențional, considerându-se montate și betonul transparent ; longitudinal armăturile se trasează cu o linie continuă groasă, urmărind axele barelor de oțel, iar în secțiune transversală se marchează cu puncte îngroșate, care indică poziția axelor barelor (fig. 9.13, *a* și *b*).

În detaliile de armare la scara 1 : 10 și mai mare, barele de oțel se desenează la scară. Longitudinal barele se reprezintă prin cele două generatoare ale conturului văzut, trasate prin linii continue subțiri (fig. 9.14, *b*). În secțiunile transversale barele se reprezintă prin desenarea la scară a secțiunii circulare ; aceasta se înnegrește dacă diametrul pe desen este mai mic de 2 mm și se hașurează dacă este mai mare de 2 mm (fig. 9.14, *a*). În cazul suprapunerilor se evidențiază poziția relativă a barelor.

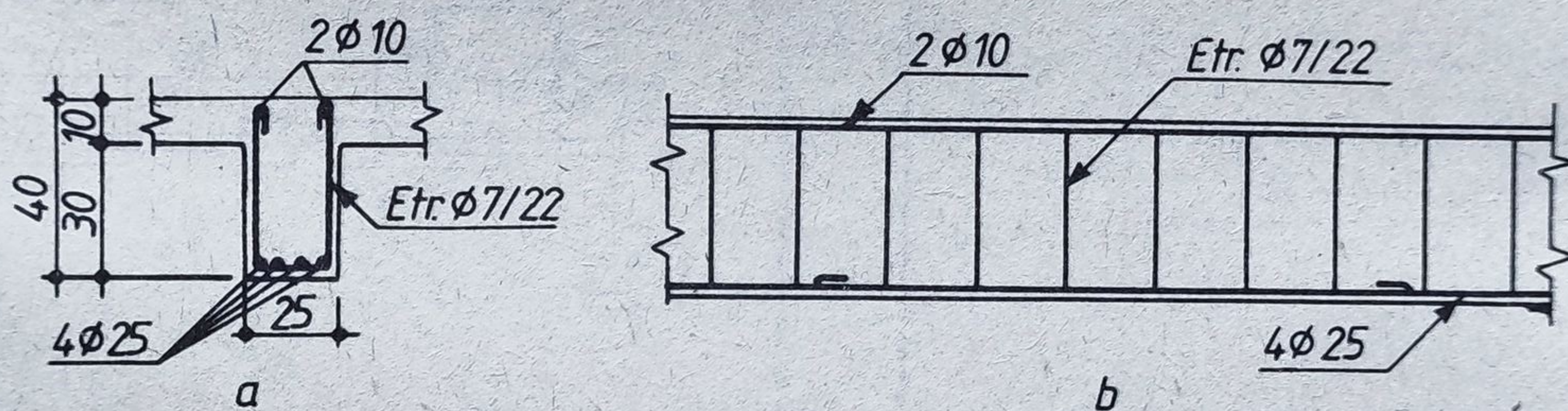


Fig. 9.13. Reprezentarea convențională a armăturilor (la scara 1 : 20 și mai mică) :

a — secțiune transversală ; *b* — vedere longitudinală.

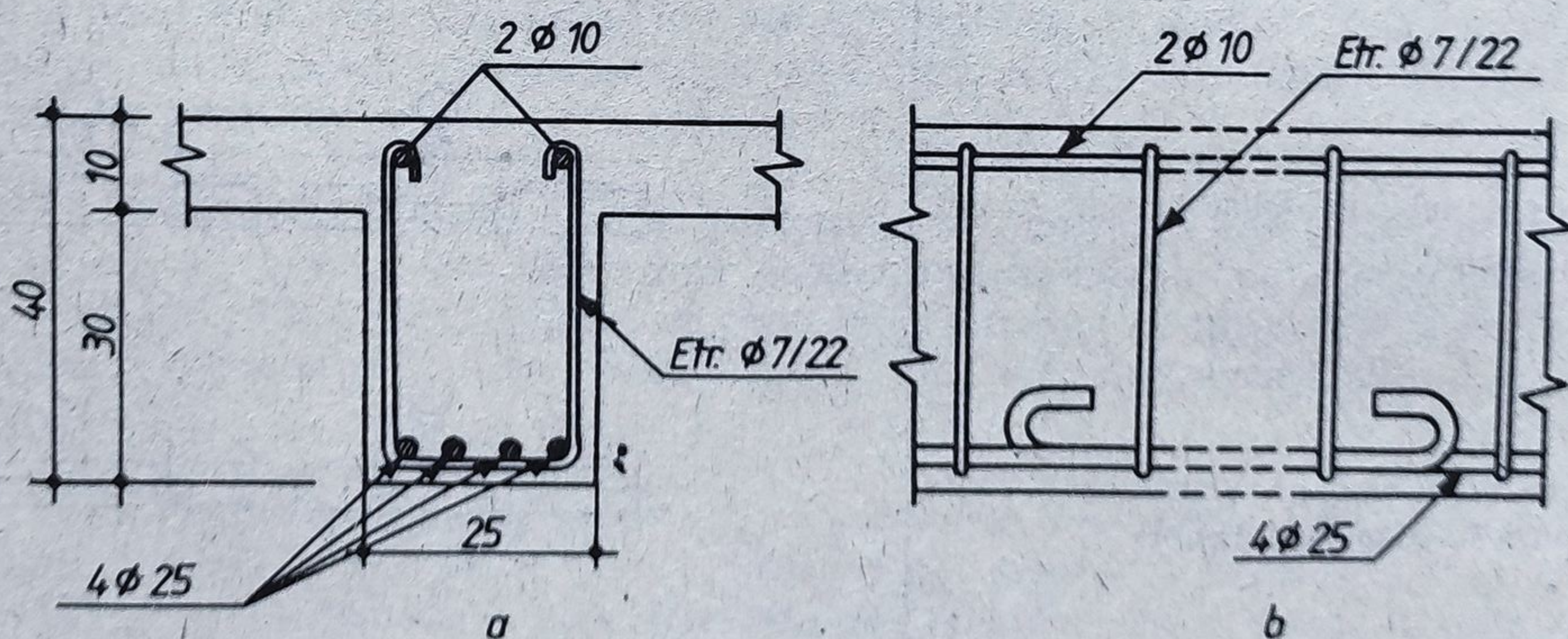


Fig. 9.14. Reprezentarea convențională a armăturilor (la scara 1 : 10 și mai mare) :

a — secțiune transversală ; *b* — vedere longitudinală.

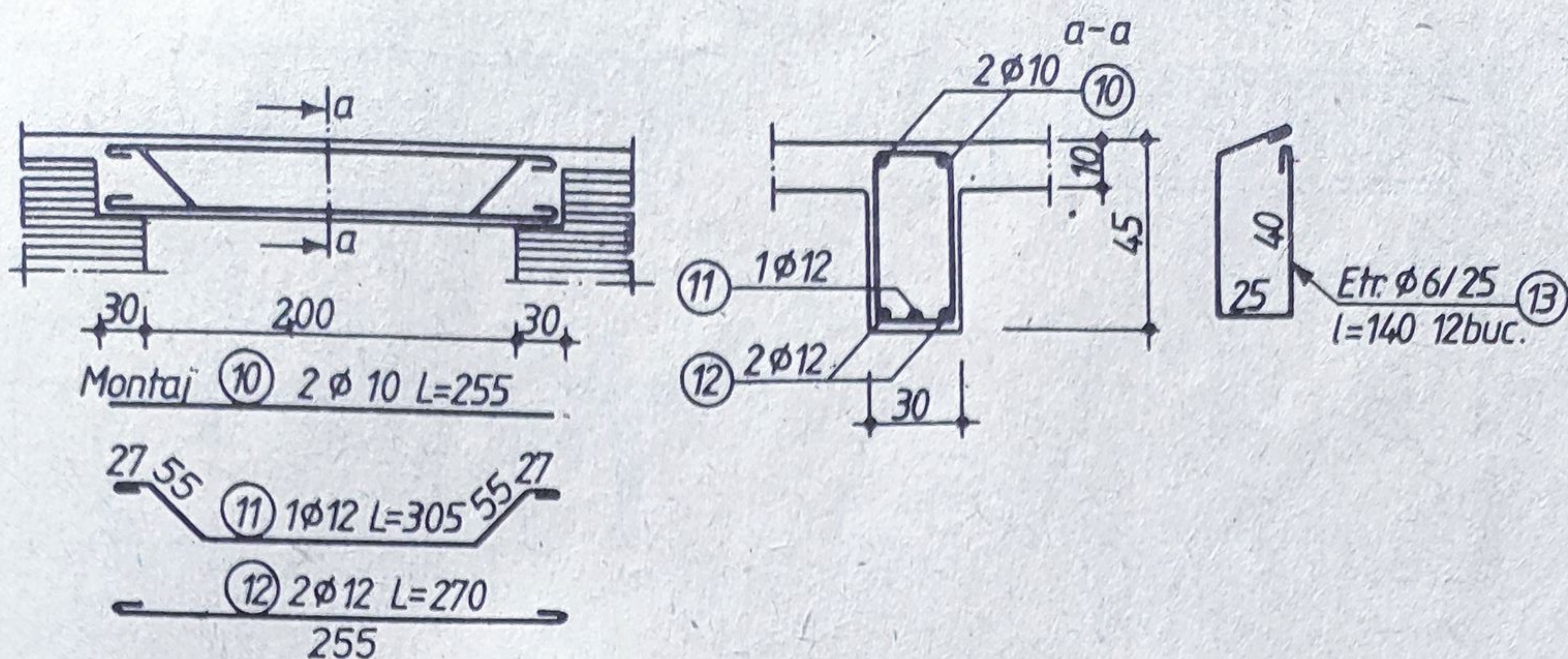


Fig. 9.15. Detalii de armare a unei grinzi de beton armat.

Fiecare tip de bară se extrage în afara elementelor, desenându-se în forma după care urmează a fi fasonată și montată (cu excepția etrierilor, care se desenează cu latura de sus în poziție deschisă, la un unghi de 30°). Barele se cotează cu toate lungimile parțiale scrise deasupra sau dedesubtul segmentelor cotate, fără linie de cotă (fig. 9.15). Lungimile parțiale ale segmentelor barelor se măsoară pe axă, iar cele ale etrierilor la fața interioară. Lungimea totală rezultă din însumarea lungimilor parțiale rotunjite la centimetri întregi, la care se adaugă lungimea ciocurilor fixată de norme în funcție de oțelul utilizat.

La bare pe desenele armăturilor se trec: numărul de identificare, înscris într-un cerc; numărul bucăților de același fel; diametrul (în mm), precedat de semnul \varnothing ; lungimea totală, notată cu L .

La etrieri, pe linia de referință se specifică etrierul (Etr.), diametrul barei, distanța dintre etrieri, numărul de identificare; dedesubt se trec lungimea totală a barei, numărul de etrieri asemenea.

9.6. ELEMENTE DE CONSTRUCȚII METALICE

Elementele de construcții metalice (stâlpi, grinzi, ferme etc.) sunt alcătuite în general din profile laminate la cald sau produse la rece.

Barele tăiate dintr-un profil laminat se caracterizează prin forma și dimensiunile secțiunii, precum și prin lungimea respectivă. Dimensiunile se scriu în afara pieselor în dreptul unei linii de referință, sub forma: dimensiunile secțiunii-lungime; unde este cazul, înaintea cifrelor se scrie simbolul.

Profilul din oțel cornier cu aripi egale are simbolul L . Dimensiunile secțiunii se scriu în ordinea, dimensiunea aripilor \times grosimea (fig. 9.16, a) și sunt date în mm; când aripile sunt neegale, întâi se scrie dimensiunea aripii orizontale (fig. 9.16, b).

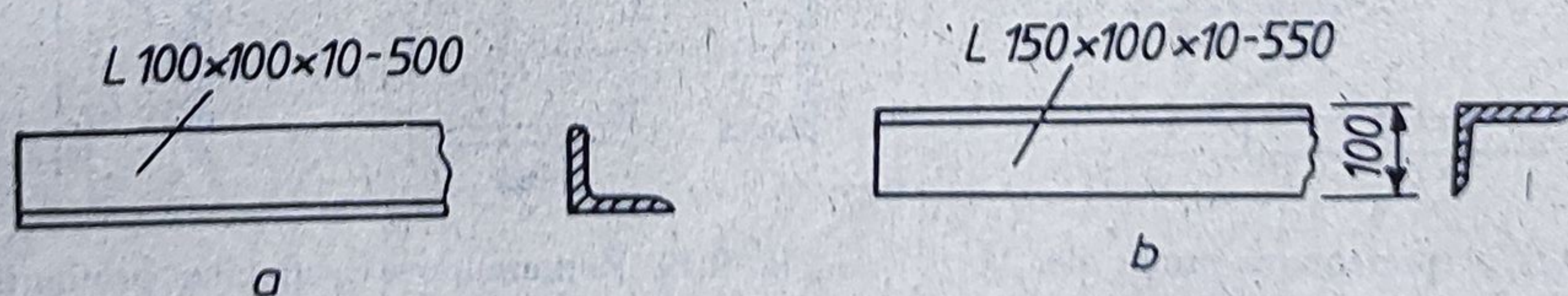


Fig. 9.16. Reprezentarea profilului din oțel cornier:
a — cu aripi egale; b — cu aripi neegale.

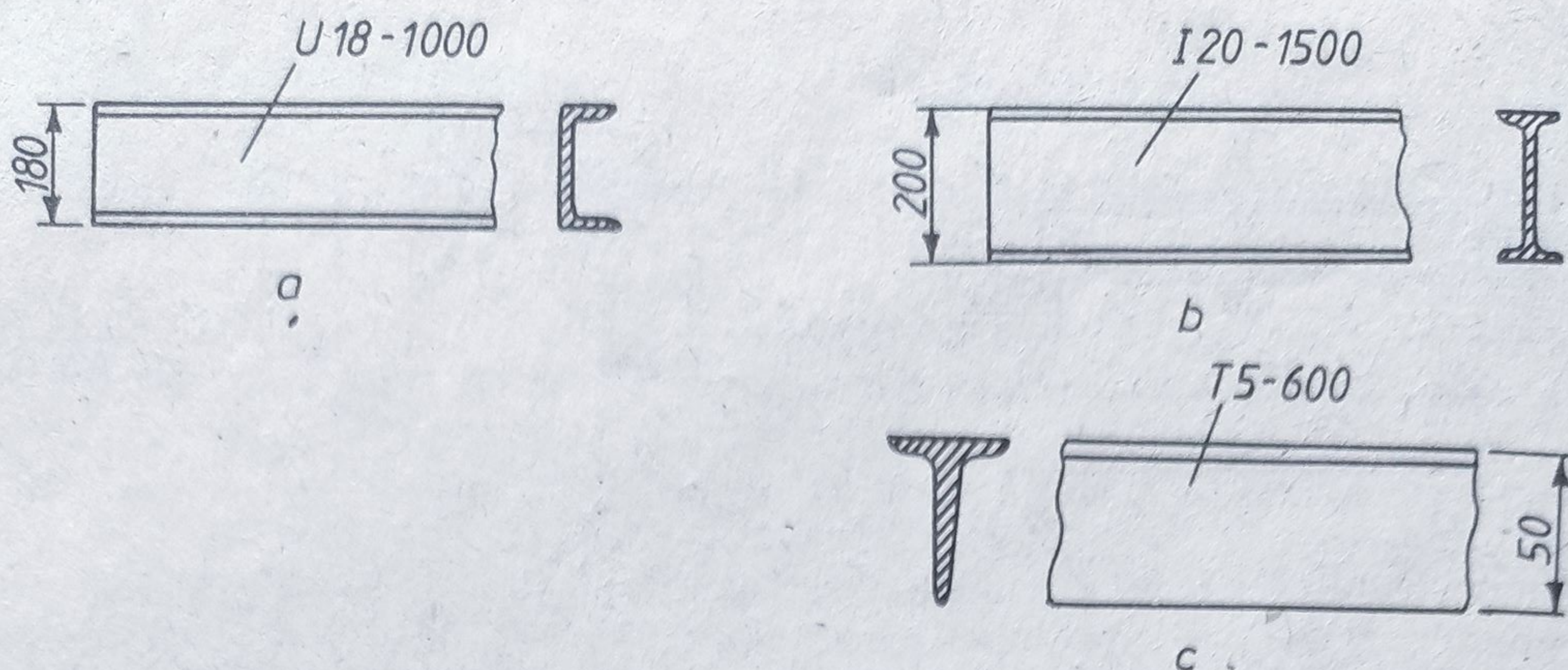


Fig. 9.17. Reprezentarea profilurilor laminate U, I, T :

a — profil U ; b — profil I ; c — profil T.

Profilurile laminate U, I, T se notează cu aceleași simboluri U, I, T : la notarea dimensiunilor secțiunii se trece numai înălțimea profilului, în cm. Lungimea profilului este dată în mm (fig. 9.17).

Profilurile laminate cu secțiune dreptunghiulară (oțel lat, platbandă și tablă groasă) se notează astfel :

- oțelul lat, cu simbolul Lt urmat de dimensiunile (în mm), în ordinea : lățimea \times grosimea — lungimea ; de exemplu, Lt $800 \times 8 - 980$;
- banda de oțel cu simbolul Pb urmat de lățime \times grosime — lungime (în mm) ;
- tabla groasă, Tb·g, după care urmează grosime \times lățime \times lungime (în mm) ; de exemplu Tb·g $20 \times 1\,400 \times 8\,000$ (fig. 9.18).

Desenarea secțiunilor elementelor metalice la scară duce la reprezentarea grosimii pieselor cu linii foarte apropiate. Pentru a se distinge ușor, piesele se înne-gresc, lăsând în partea de sus și la stânga fâșii neînnegrite, numite „lumini”, para-lele cu liniile de contur ale secțiunii (fig. 9.19). În acest fel, se pot deosebi secțiunile a

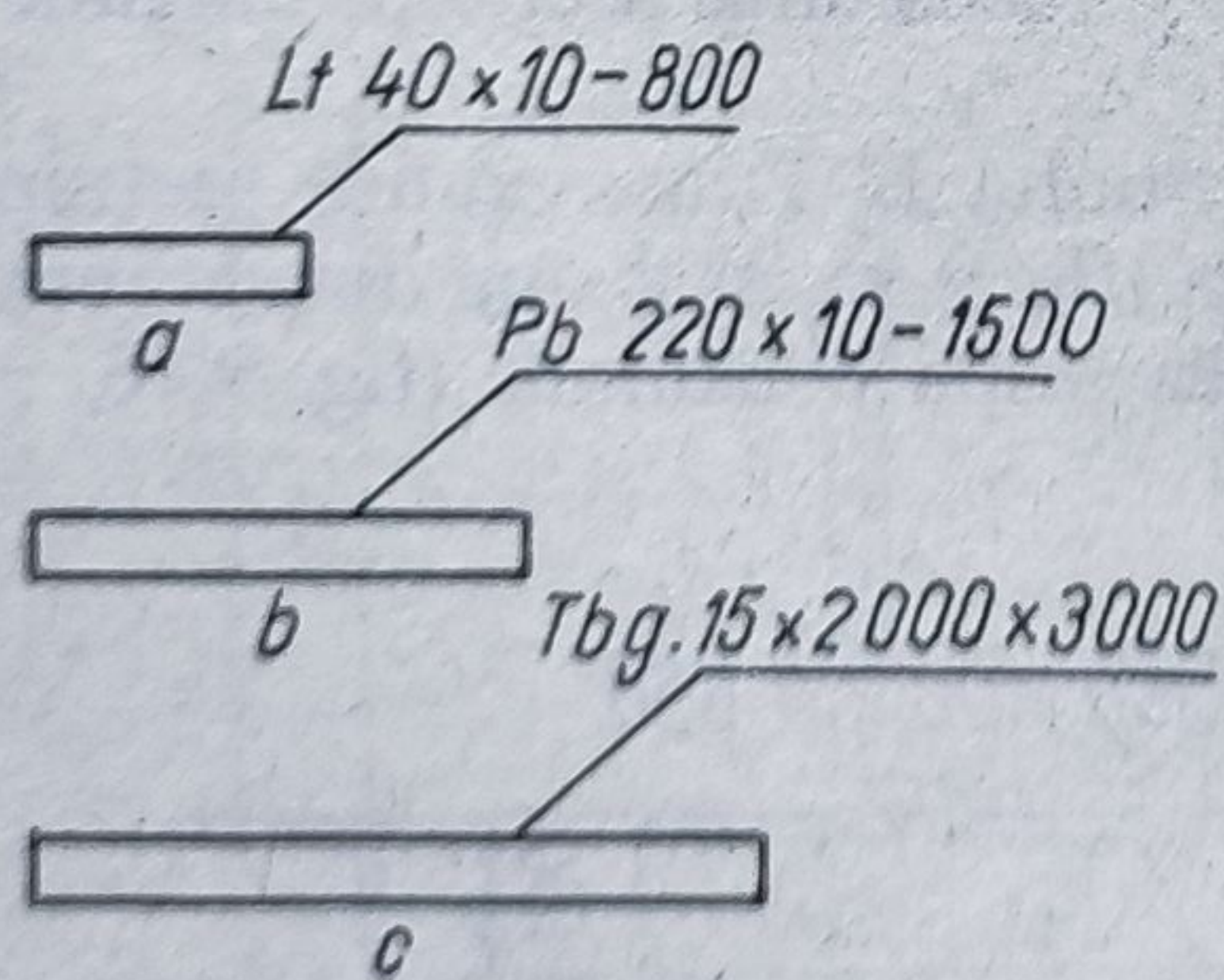


Fig. 9.18. Reprezentarea profilurilor la-minate cu secțiune dreptunghiulară :

a — oțel lat ; b — platbandă ; c — tablă groasă.

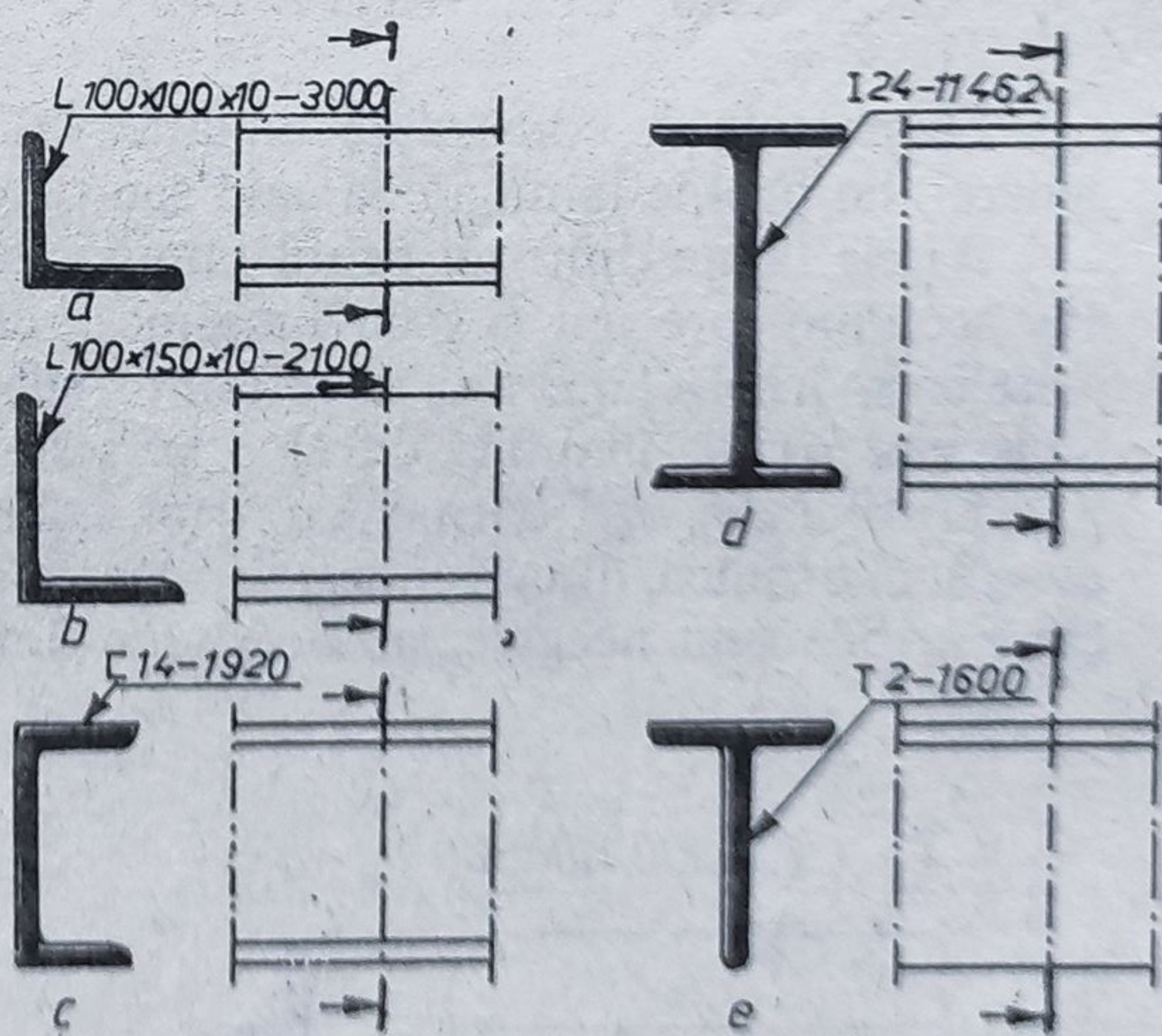


Fig. 9.19. Reprezentarea secțiunilor profilurilor meta-lice prin înnegrire și linii de lumină :

a și b — corniere ; c — profil U ; d — profil I ; e — profil T.

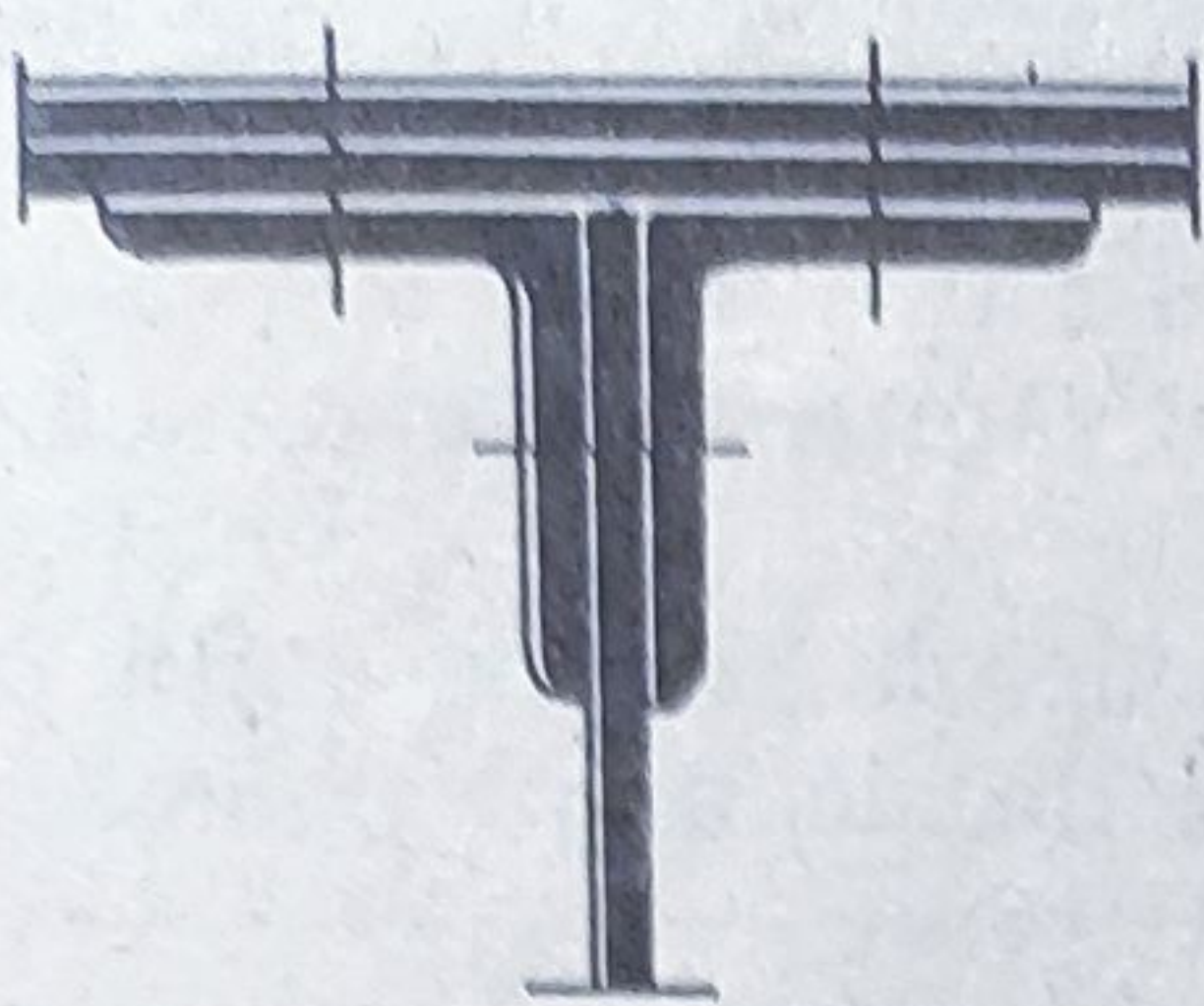


Fig. 9.20. Reprezentarea secțiunii unui element compus din mai multe piese metalice.

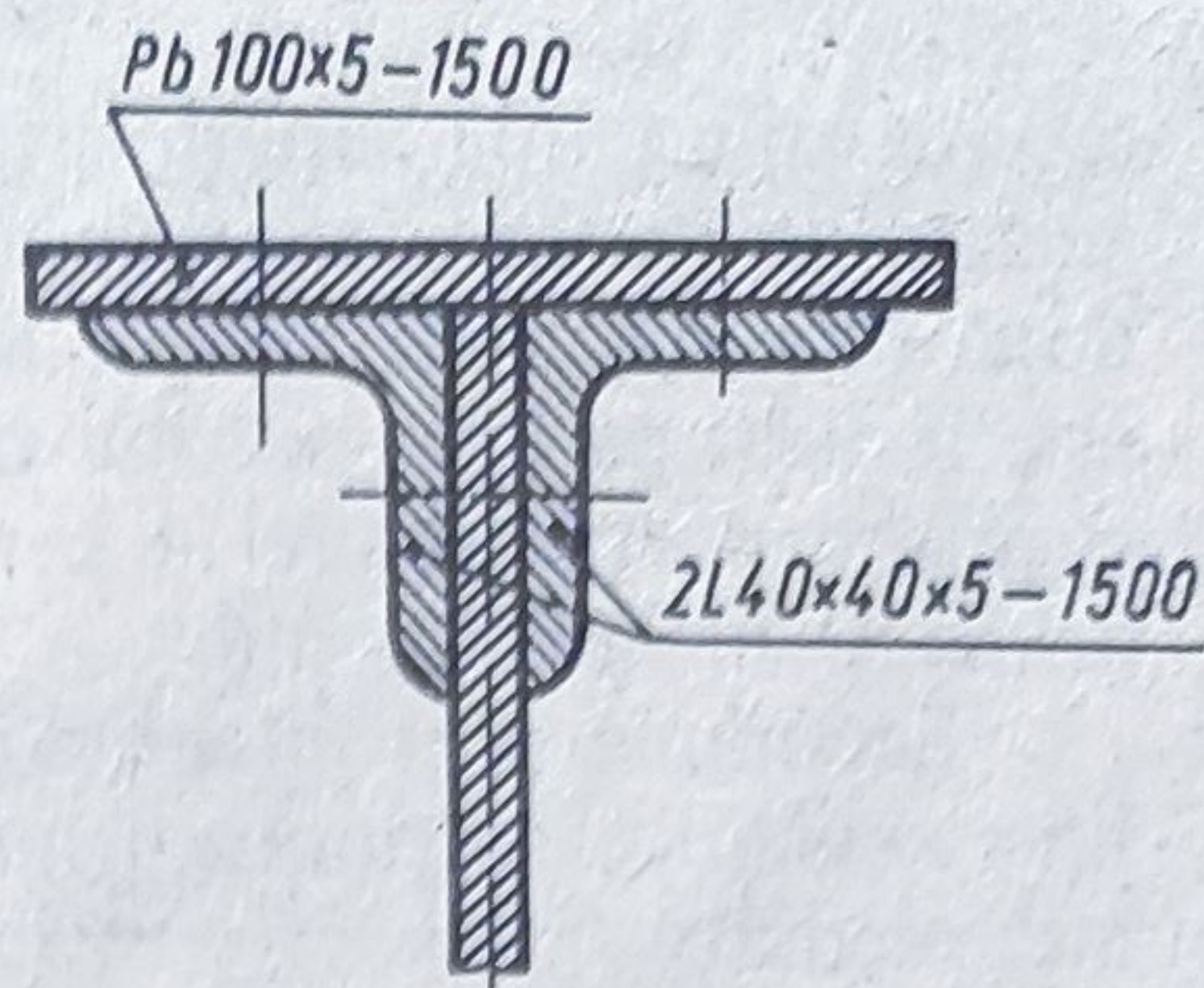


Fig. 9.21. Reprezentarea prin hașuri a secțiunii unui profil T.

două piese alăturate (fig. 9.20). Dacă distanța dintre liniile care indică grosimea piesei în secțiune este mai mare de 2 mm și suprafața piesei este destul de mare, atunci aceasta se hașurează cu linii înclinate la 45° (fig. 9.21).

9.7. SCĂRI ȘI ASCENSOARE

Scările și ascensoarele sunt elemente de construcție de legătură între diferite niveluri.

9.7.1. SCĂRI

Reprezentarea scărilor se referă la casa scării și la treptele componente, desenate la scara planului respectiv. Linia care unește urmele pașilor unei persoane ce urcă scara, trasată la 50 cm distanță de balustradă, se numește *linia pasului*. În plan, treptele se reprezintă văzute de sus, prin linia muchiei, trasată cu linie continuă subțire; contratreptele, când nu se văd, se reprezintă prin linie întreruptă.

Planul orizontal de secționare a construcției taie și scara; în mod convențional, această secțiune prin scară se reprezintă printr-o linie subțire trasată la 45° față de linia pasului (fig. 9.22, a). În proiecție orizontală se redau câteva din treptele

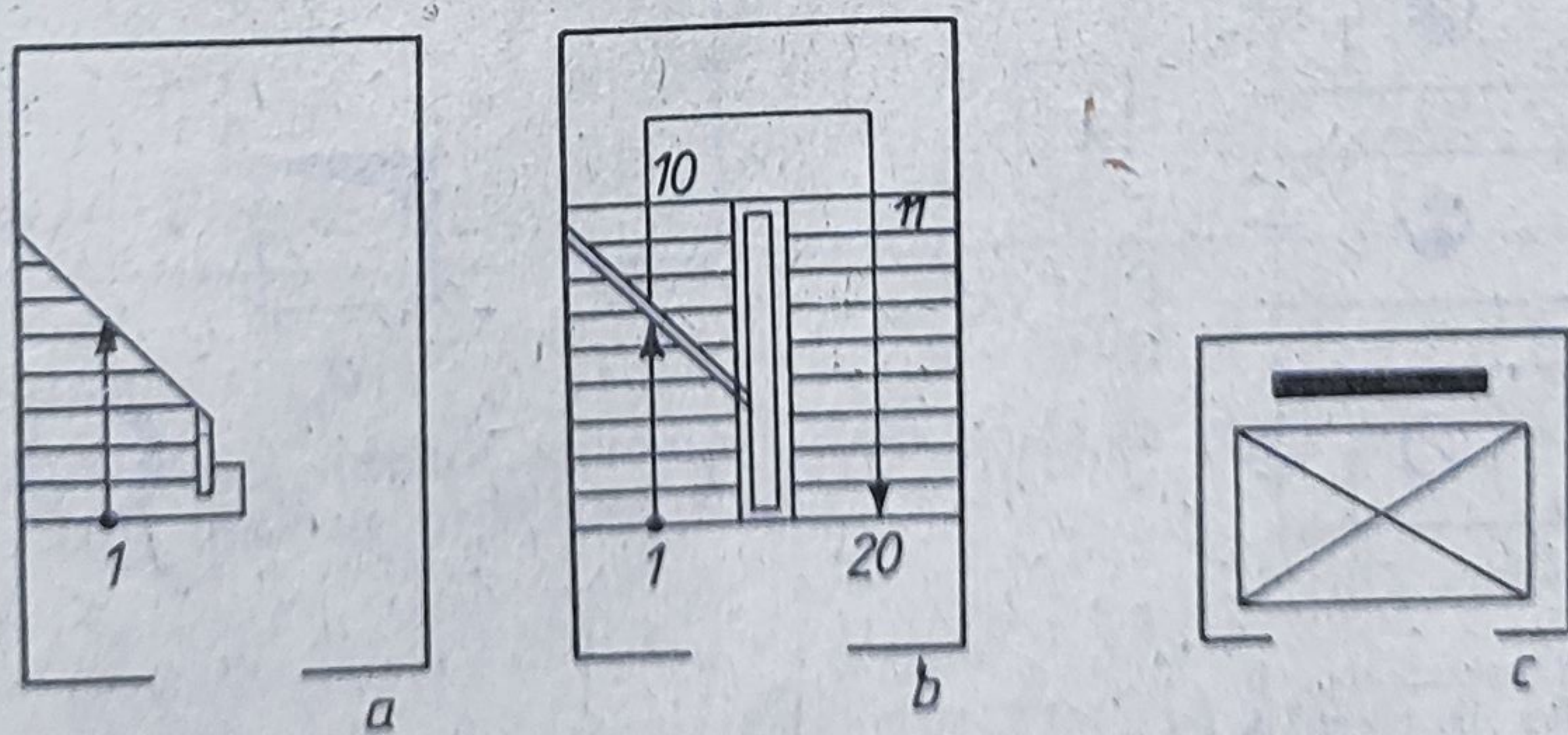


Fig. 9.22. Secțiune orizontală prin scară și golul ascensorului.

ce urcă spre etajul superior, aflate sub planul de secționare ; în situațiile în care sub acest plan se văd și treptele etajului inferior, secțiunea prin scară se reprezintă prin două linii alăturate, trasate la 45° față de linia pasului (fig. 9.22, *b*). Sensul urcării este indicat pe linia pasului prin săgeata terminală, cu vârful pe linia de secționare și pe treapta de sosire la nivelul superior ; pentru fiecare rampă se numerotează prima și ultima treaptă.

Secțiunile prin casa scării în lungul rampelor se decalcă în zona scării pe linia pasului ; secțiunile transversale pe rampele scării se decalcă pe podestele intermediare.

9.7.2. ASCENSOARE

Golurile și cabinele pentru ascensoare se desenează la scară ; cabina se reprezintă prin linia conturului și prin diagonalele respective. Contragreutatea se reprezintă sub formă unui dreptunghi înnegrit (fig. 9.22, *c*).

9.8. COȘURI ȘI CANALE

Golurile de fum și gaze, canalele de ventilație prevăzute în ziduri cu grosimea minimă $1\frac{1}{2}$ cărămidă, pot avea secțiunea pătrată, dreptunghiulară sau circulară, reprezentându-se prin semne convenționale, diferențiat, în funcție de destinație (fig. 9.23, *a*, *b* și *c*). Golurile lăsate în planșee pentru diferite conducte, utilaje se reprezintă în desen în funcție de forma lor (fig. 9.24).

9.9. OBIECTE SANITARE ȘI MOBILIER

Grupurile sanitare ale locuințelor, construcțiilor sociale sau industriale se reprezintă în desen echipate cu obiecte sanitare numai în proiectele de execuție.

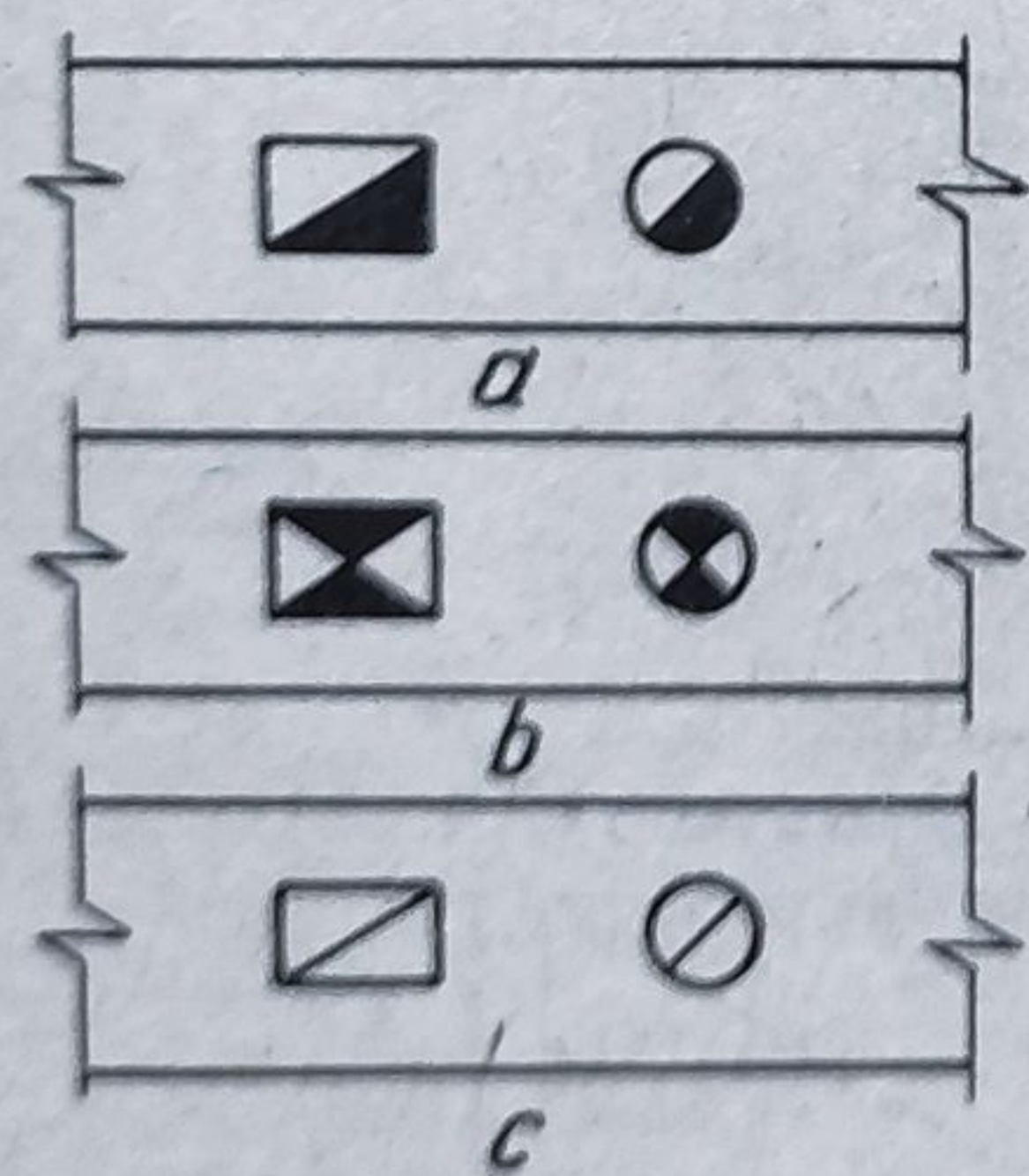


Fig. 9.23. Reprezentarea în plan a golurilor din pereții de zidărie :

a — coșuri de fum ; *b* — coșuri de gaze ; *c* — canale de ventilație.

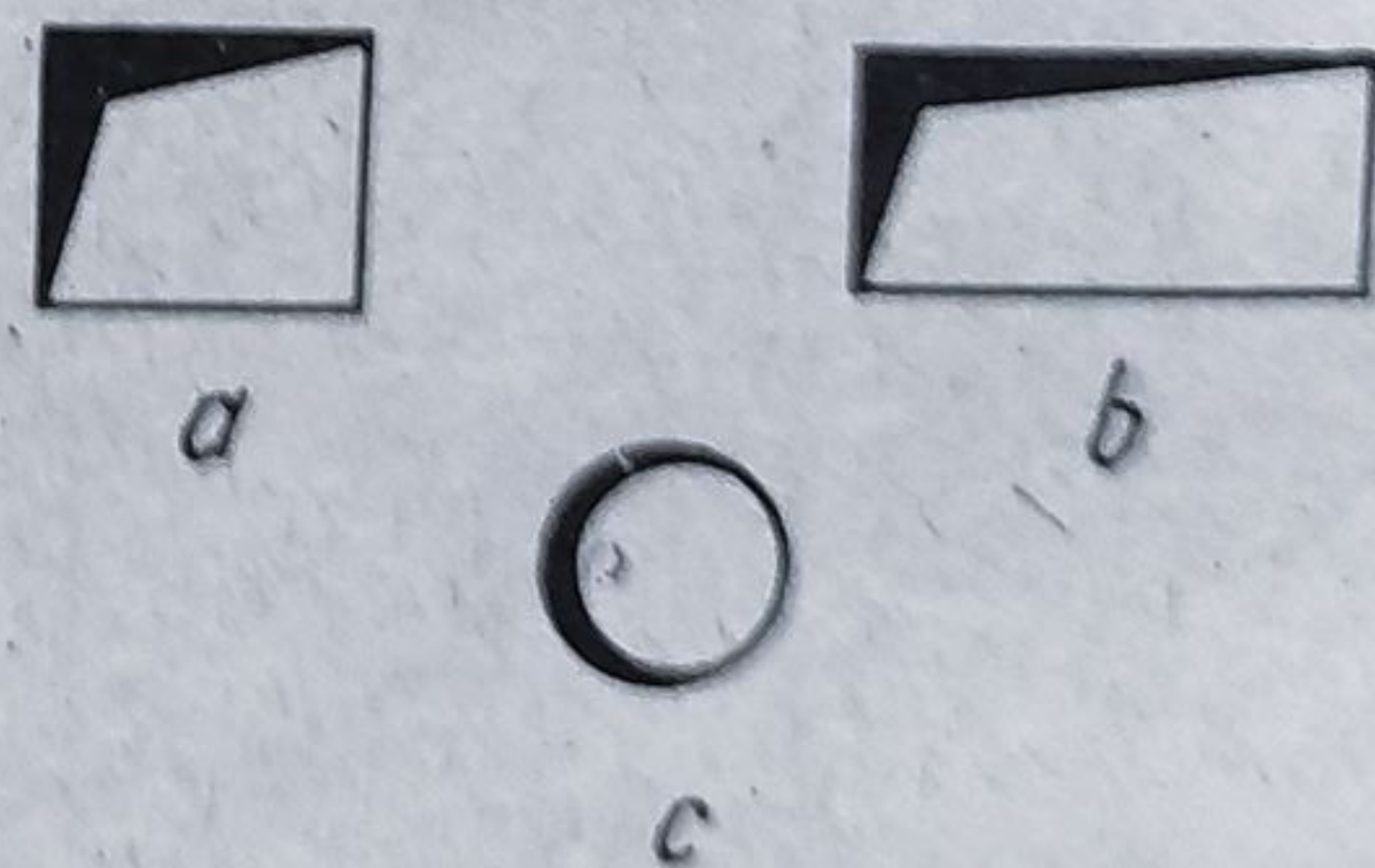






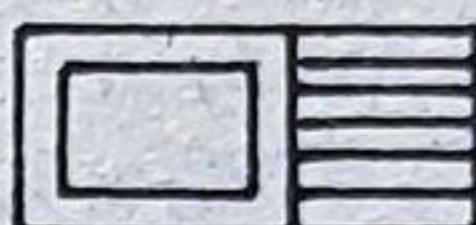


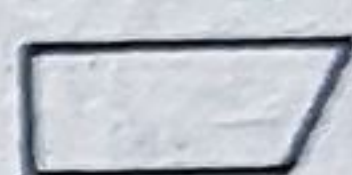
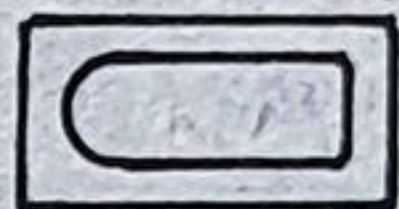
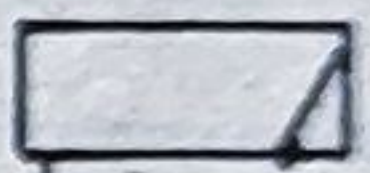




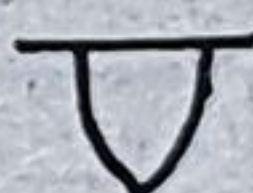



Fig. 9.24. Reprezentarea golurilor în plăci :

a — pătrat ; *b* — dreptunghiular ; *c* — circular.

Obiectele sanitare se desenează la scara planului, folosind anumite semne convenționale standardizate (tab. 9.5).

Tabelul 9.5

Semne convenționale pentru obiecte sanitare

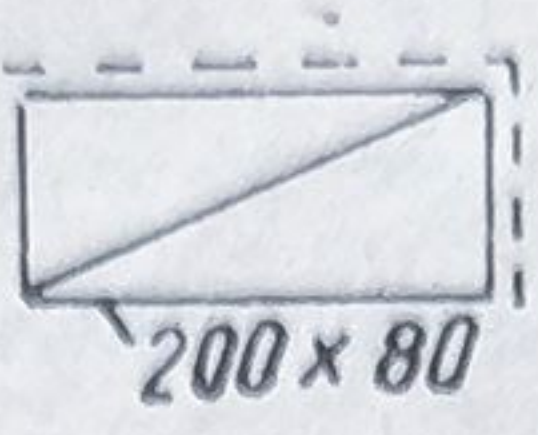
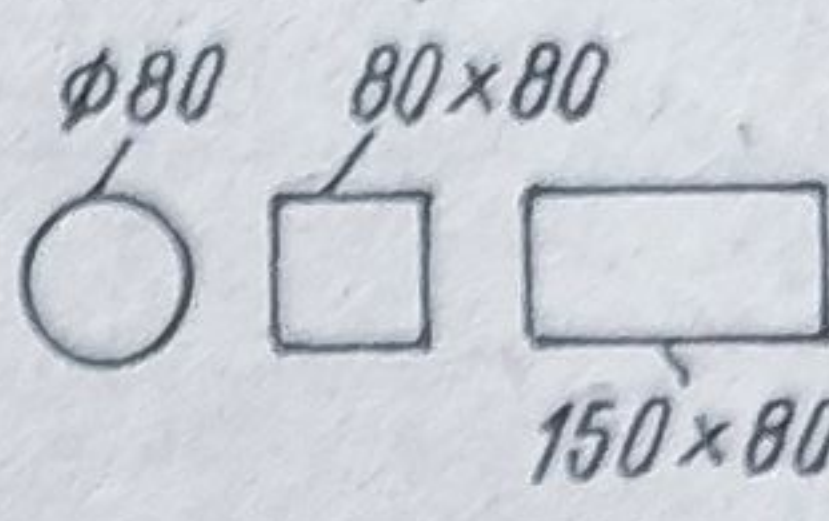
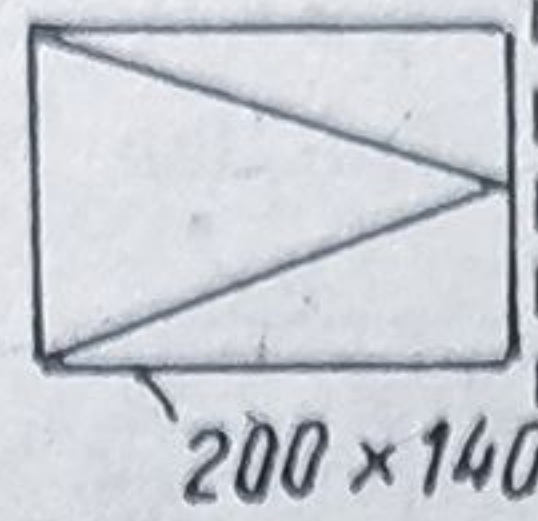
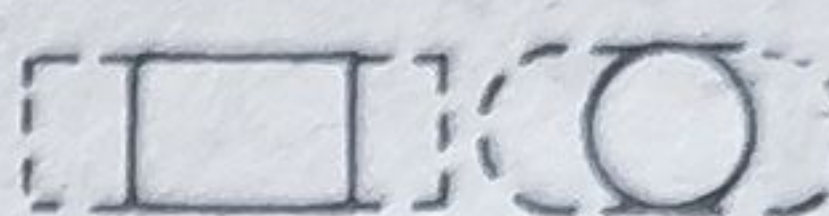
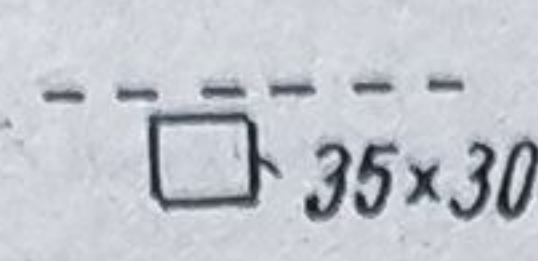

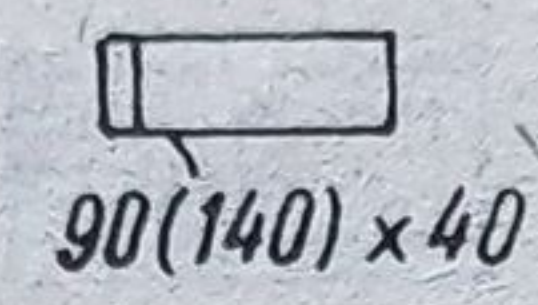
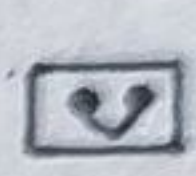
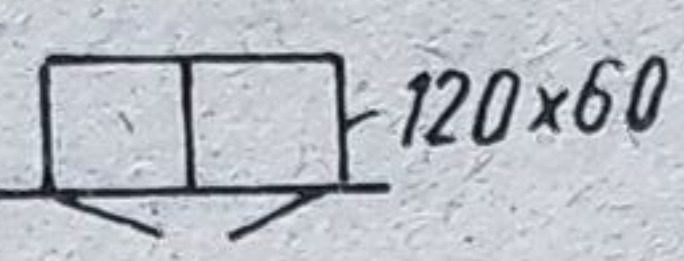
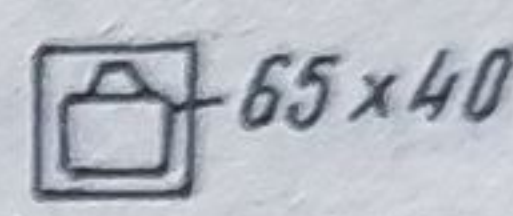
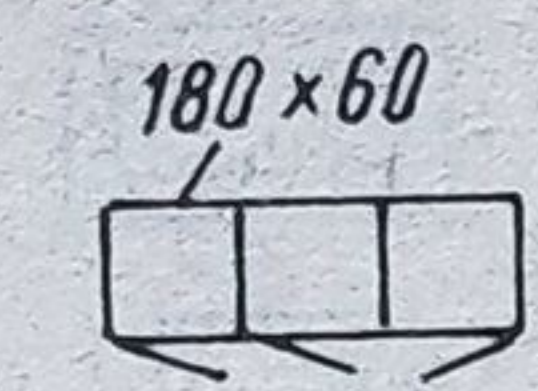
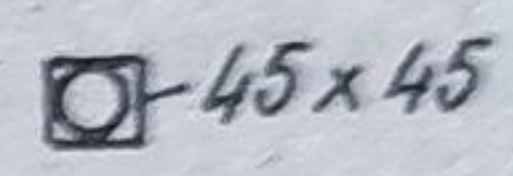
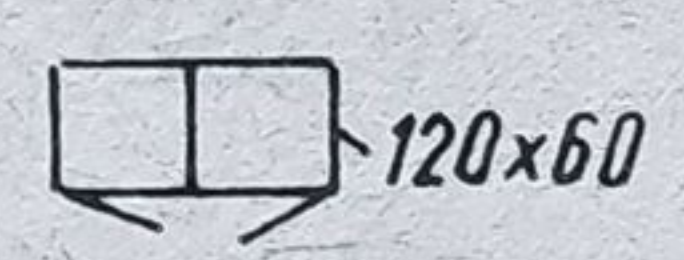
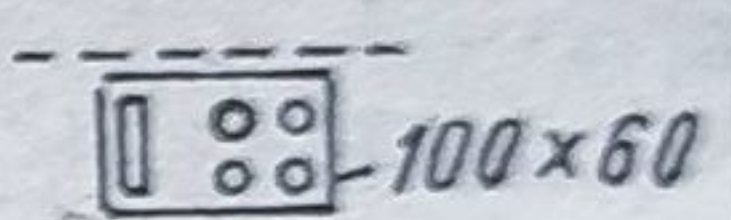
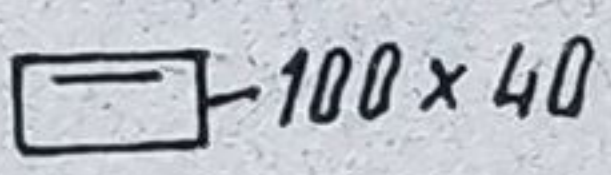
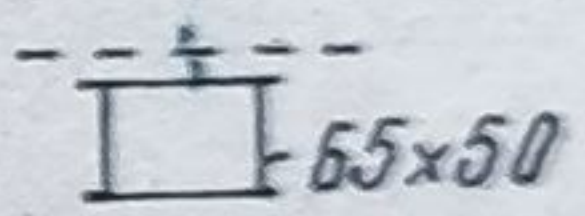

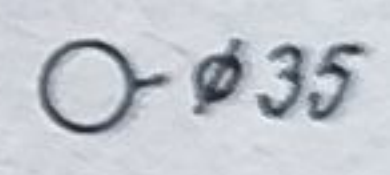
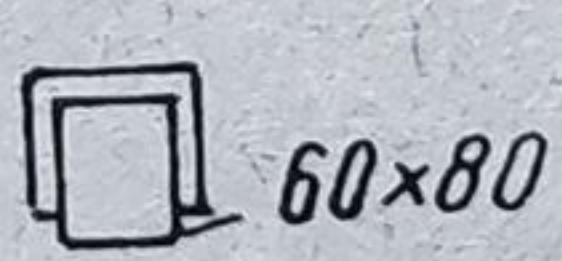
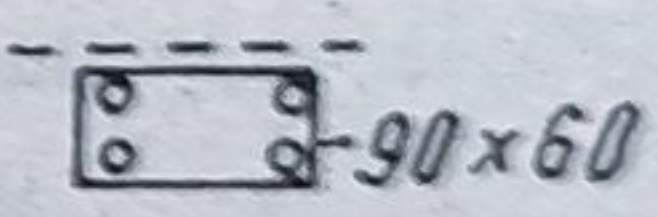
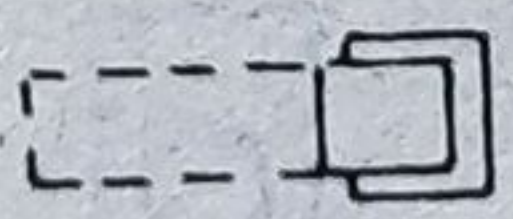
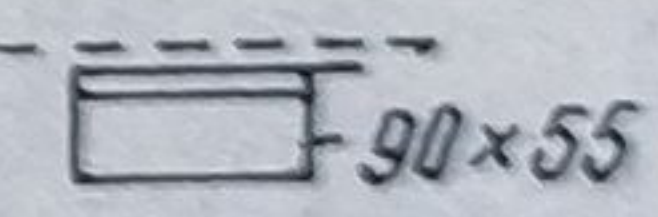
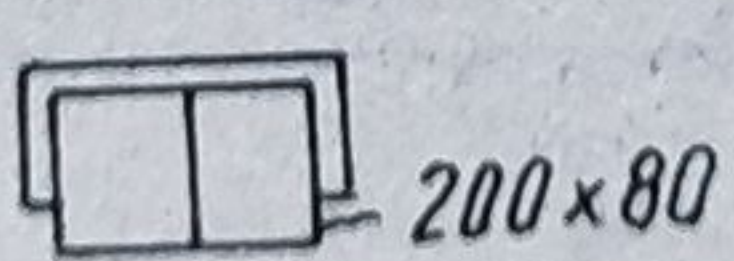
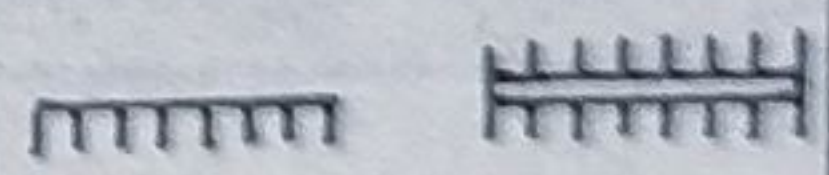
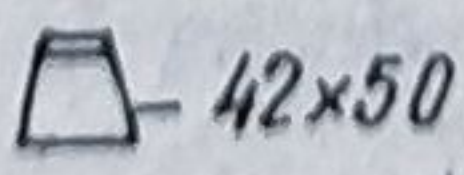


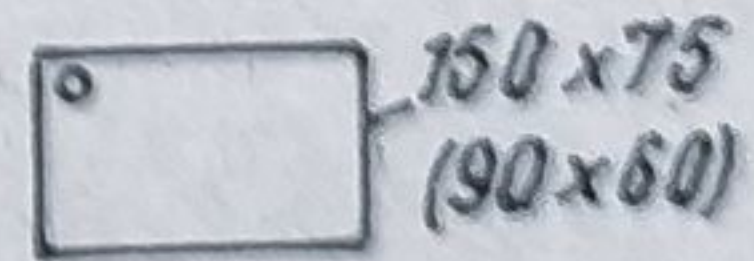
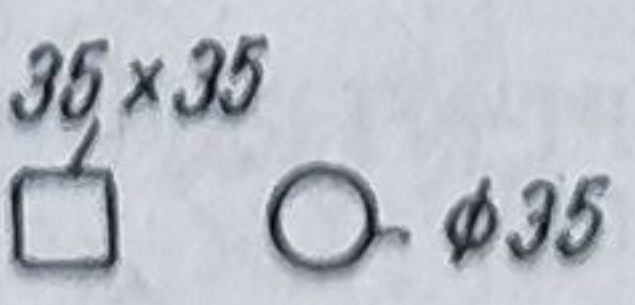
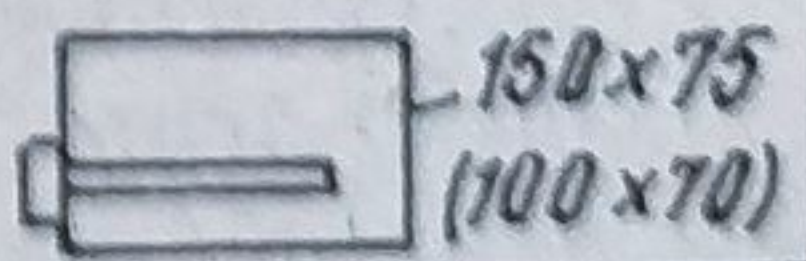
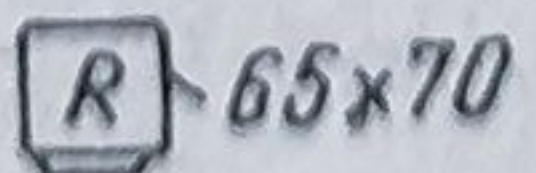
Denumirea	Semnul convențional pentru vederea	
	în plan	din față
Lavoar cu spălător		
Chiuvetă dreptunghiulară		
Spălător simplu cu picurător		
Cadă de baie ovală		
Cadă de baie înzidită		
Cadă pentru duș îngropată în pardoseală		
Cazan de baie obișnuit, cu duș		
Pișoar individual		
Closet cu rezervor sus		

Mobilierul locuințelor se reprezintă în desen la scara planului, prin semnele convenționale indicate în tabelul 9.6.






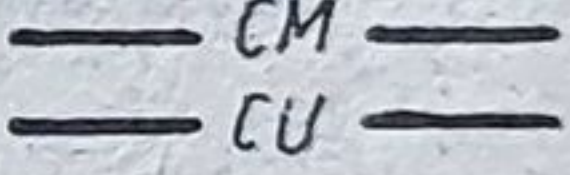


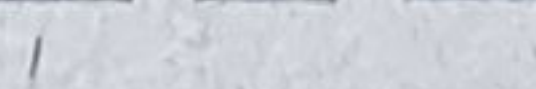



9.10. CONDUCTE PENTRU FLUIDE

Traseul conductelor pentru fluide se reprezintă prin linii convenționale (traseate în negru sau (în culori convenționale, v. tab. 9.7).

Semne convenționale pentru mobilier

Denumirea	Semnul convențional	Denumirea	Semnul convențional
Pat simplu		Masă	
Pat dublu		Masă prelungibilă	
Noptieră		Bibliotecă	
Ladă pentru așternut		Măsuță pentru telefon	
Dulap pentru haine cu două uși (H = 175 cm)		Măsuță pentru televizor	
Dulap pentru haine cu trei uși (H = 175 cm)		Mașină de spălat rufe	
Dulap înzidit		Mașină de gătit cu combustibil solid	
Toaletă		Mașină de gătit cu gaze	
Servantă		Butelie cu gaze	
Fotoliu		Masă de bucătărie	
Fotoliu-pat		Dulap de bucătărie	
Canapea		Cuier simplu și dublu	
Scaun		Cuier-pom	
Scaun cu brațe		Birou	
Taburet		Masă planșetă	
Răcitor			

Linii și culori convenționale pentru conducte care transportă fluide

Nr. crt.	Destinația conductei	Semnul convențional		Denumirea culorii convenționale
		În planuri de construcție	În planuri generale de situație, planuri coordonatoare sau planuri comune	
0	1	2	3	4
1. Instalații sanitare				
1	Conductă de apă rece potabilă		—AR—	albastru
2	Conductă de apă caldă		—AC—	roșu-închis
3	Conductă de circulație a apei calde		—ACC—	violet
4	Conductă de apă pentru combaterea incendiilor (exclusiv)			roșu aprins
5	Canale sau conducte de canalizare menajeră sau unitară (menajeră pluvială)			cafeniu deschis
6	Canale sau conducte de canalizare pentru ape pluviale		—CP—	cafeniu închis
2. Instalații de încălzire centrală				
1	Conductă de apă caldă de ducere		—ÎD—	roșu aprins
2	Conductă de apă caldă de întoarcere		—ÎÎ—	albastru
3	Conductă de apă caldă de înaltă temperatură de ducere			roșu închis
4	Conductă de apă caldă de înaltă temperatură de întoarcere			violet
5	Conductă de abur			portocaliu

Tabelul 9.7 (continuare)

0	1	2	3	4
6	Conductă de condensat sub presiune atmosferică		_____	verde
7	Conductă de condensat sub presiune		_____ . . . _____ . . . _____	verde închis
8	Conductă de dezaerisire sau de admisie a aerului		_____ . _____ . _____	cafeniu
9	Conductă de golire (GG), drenaj (CD), preaplin (CP)		_____ - - - - - $\frac{GG}{CD}$ - - - - -	
10	Conductă de siguranță a traseului de ducere		_____ S _____	roșu aprins
11	Conductă de siguranță a traseului de întoarcere		_____ S _____	albastru
3. Instalații de alimentare cu combustibil				
1	Conductă de gaze		_____ / _____ / _____ / _____	galben deschis
2	Conductă de combustibil lichid		_____ ● ● ● ● ● _____ ● ● ● ● ● _____ ● ● ● ● ●	negru

Pentru conductele care se desființează sau se înlocuiesc, se folosesc semne convenționale suplimentare (fig. 9.25); grosimea liniei de trasare pentru aceste conducte este de $1/2 - 1/3$ din grosimea liniei de trasare pentru conductele proiectate. Pentru diferențierea lichidelor de același fel transportate, liniile convenționale se pot marca din loc în loc cu cifre sau cu litere (fig. 9.26). În cazul unui mare număr de conducte paralele se admite o reprezentare simplificată (fig. 9.27).

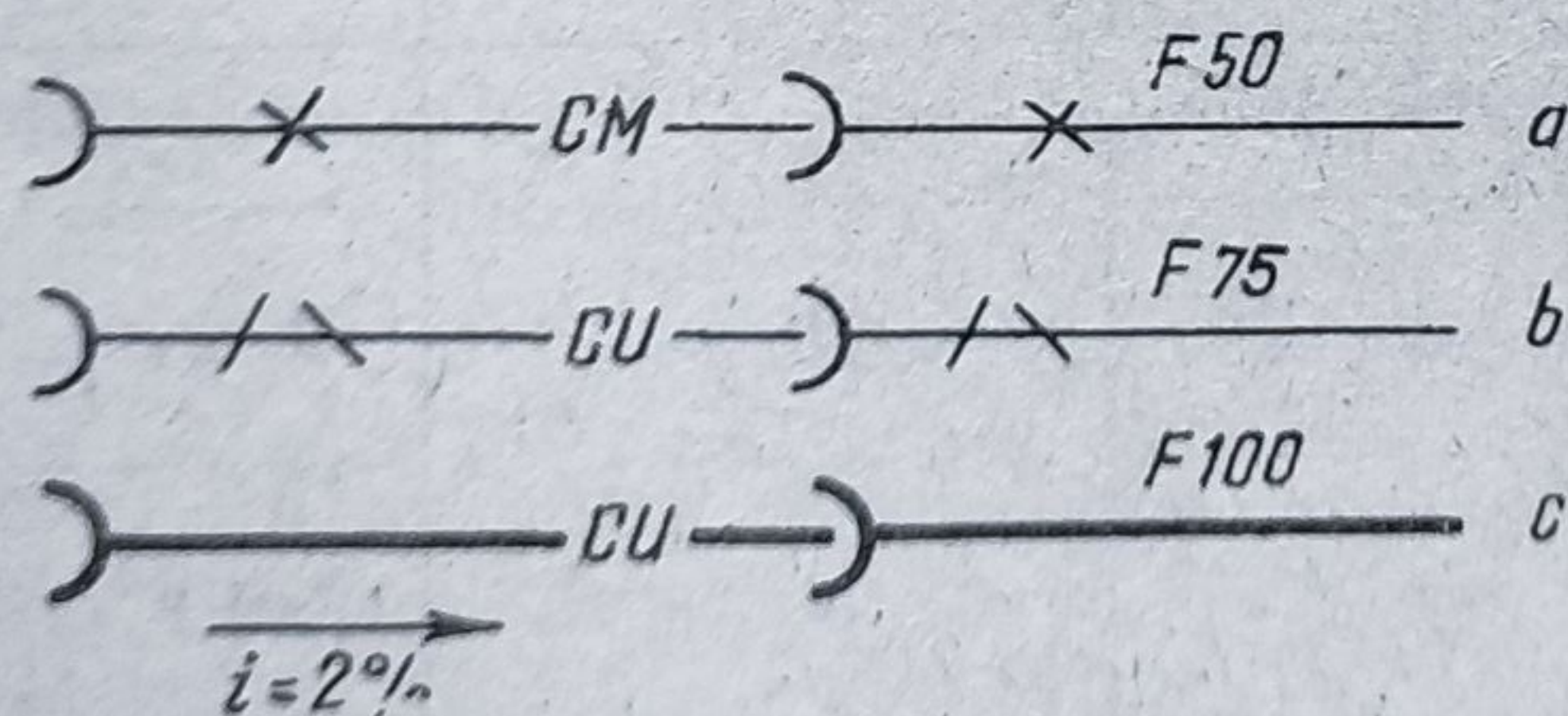


Fig. 9.25. Reprezentarea conductelor :

a — desființate; *b* — înlocuite; *c* — proiectate; *CM* — canalizare menajeră; *CU* — canalizare în sistem unitar.

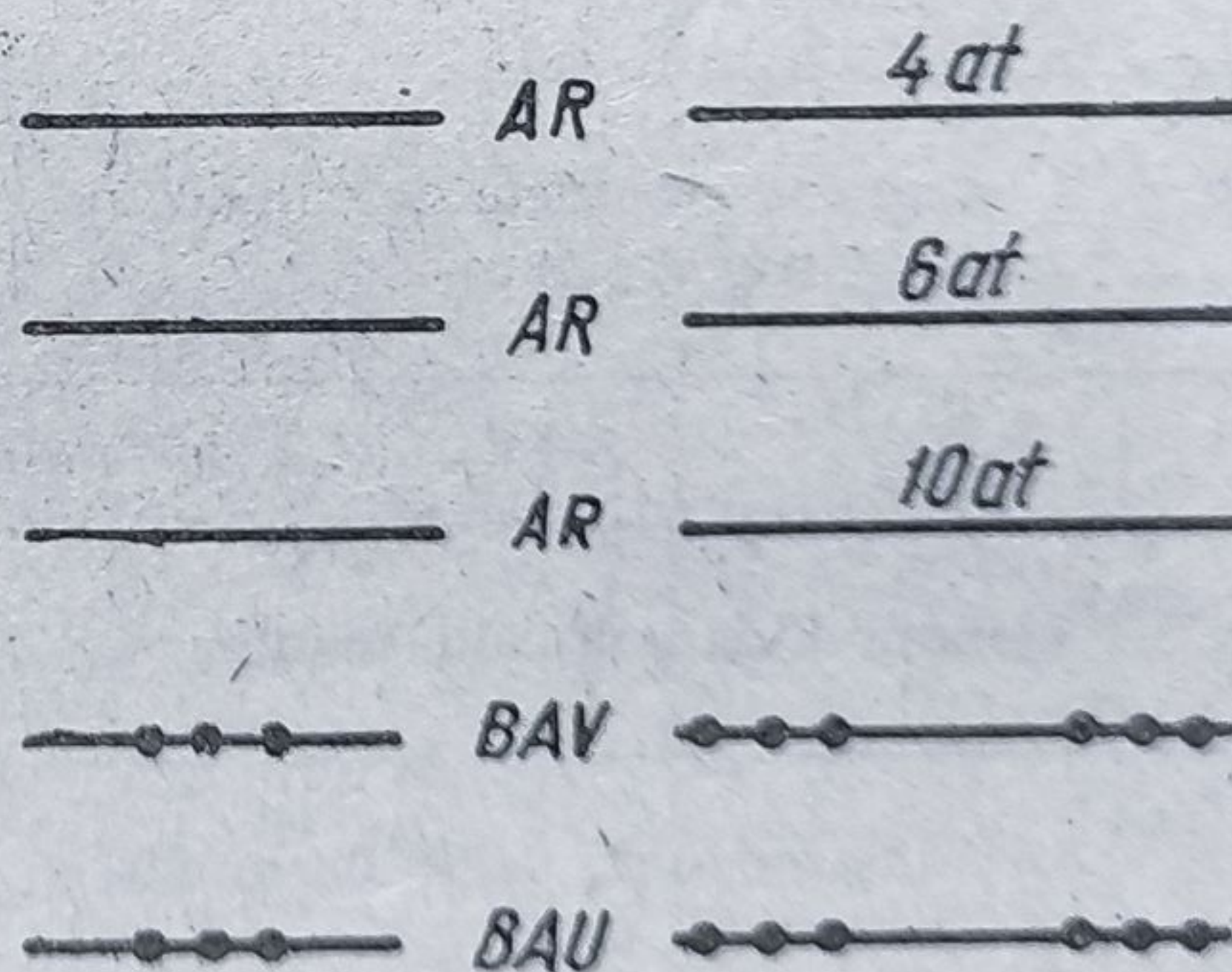


Fig. 9.26. Simbolizarea literală a conductelor transportând același fluid :

AR — apă rece; BAV — benzină de aviație; BAU — benzină auto.

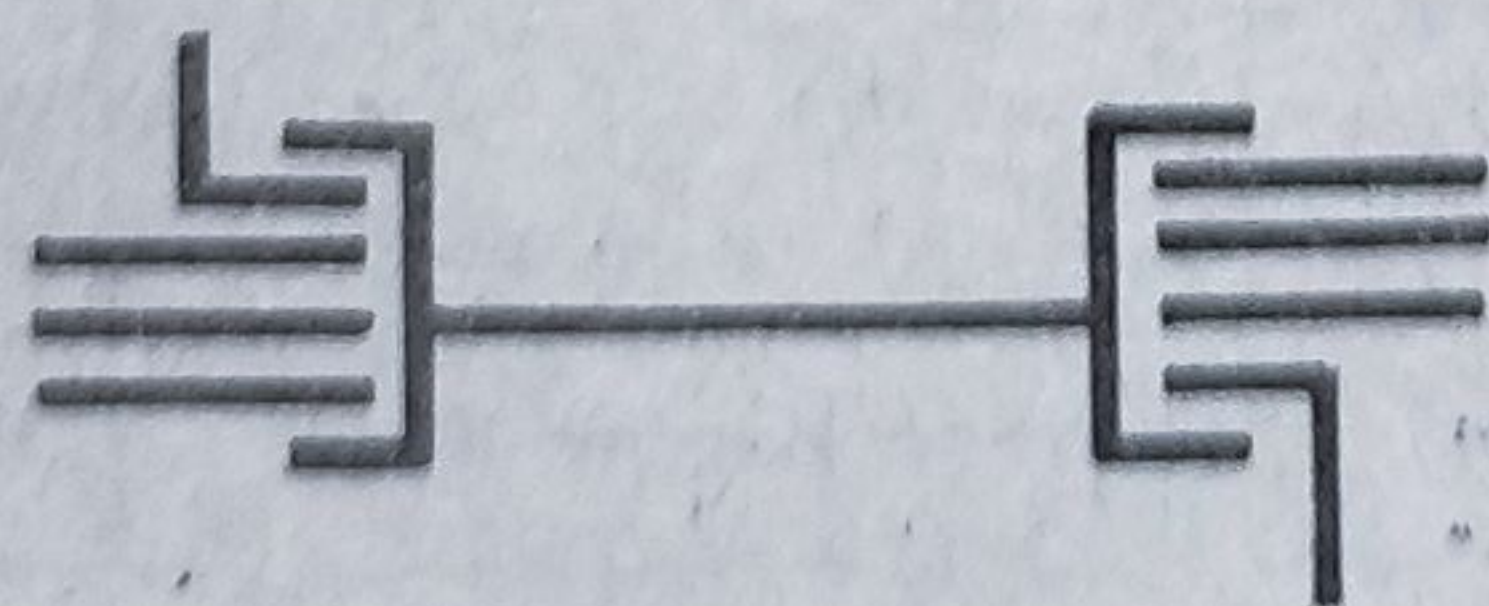
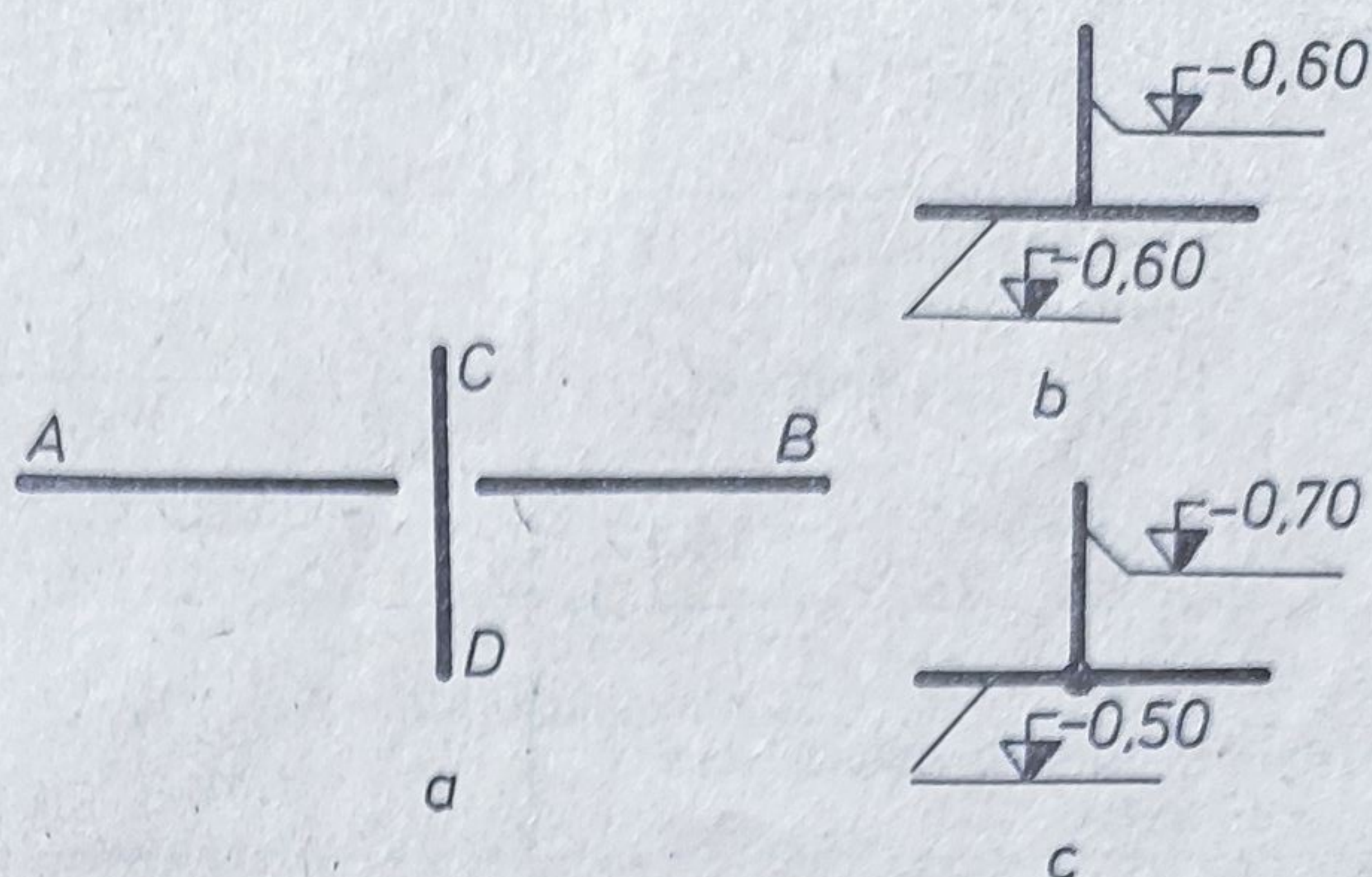


Fig. 9.27. Reprezentarea simplificată a conductelor paralele.

Fig. 9.28. Încrucișări de conducte :

a — fără legătură ; *b* — cu legătură în același plan ; *c* — cu legătură în plane diferite.



În dreptul încrucișărilor a două conducte fără legătură între ele, conductele care se găsesc în spatele sau dedesubtul altora se reprezintă întrerupt (fig. 9.28, *a*) ; ramificațiile se reprezintă ca în figura 9.28, *b* și *c*.

9.11. ORIENTAREA PLANURILOR ȘI SPAȚII VERZI

La amplasarea pe teren a clădirilor se ține seama și de orientarea lor față de punctele cardinale (direcția nordului) sau față de direcția vânturilor dominante ; aceste elemente se indică în desen prin semne convenționale (fig. 9.29, *a-f*).

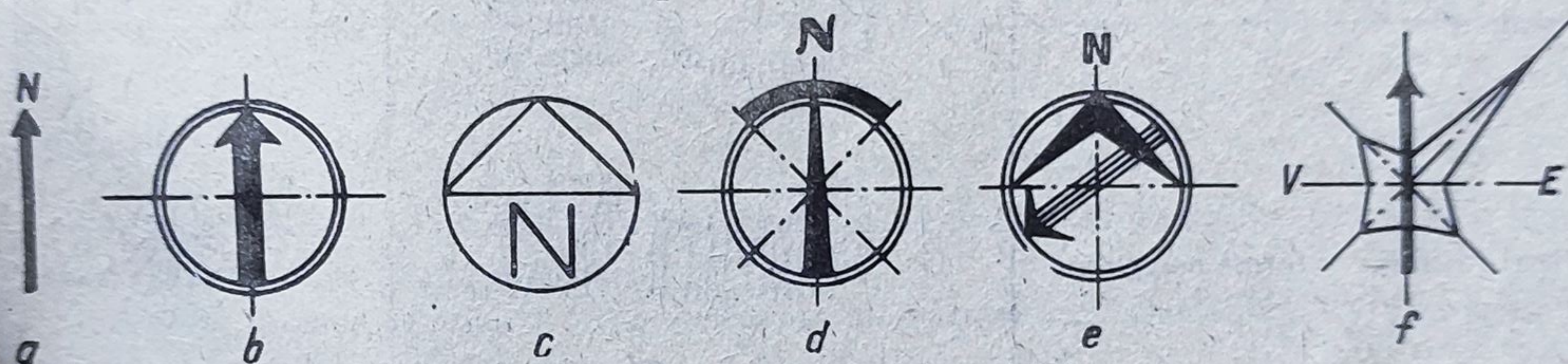


Fig. 9.29. Indicarea direcției nordului.


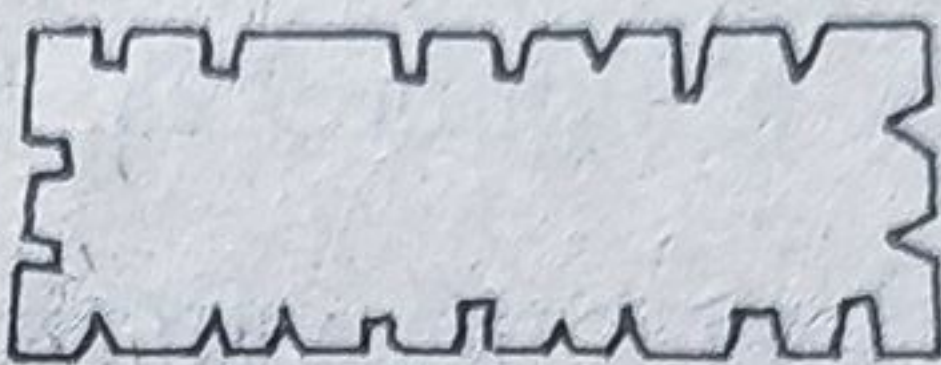



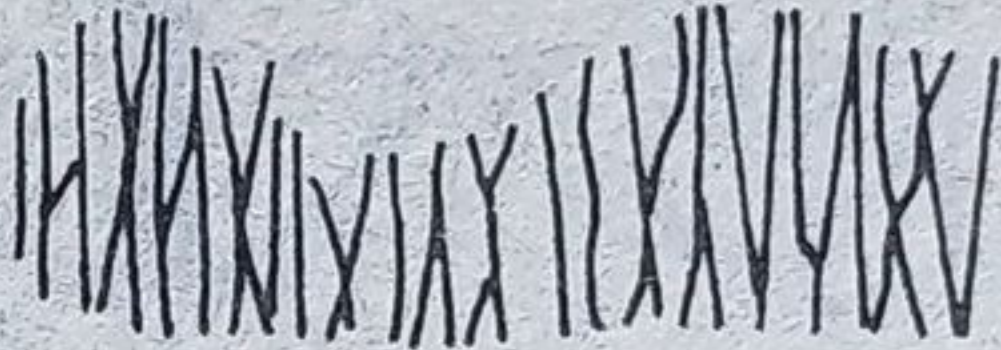

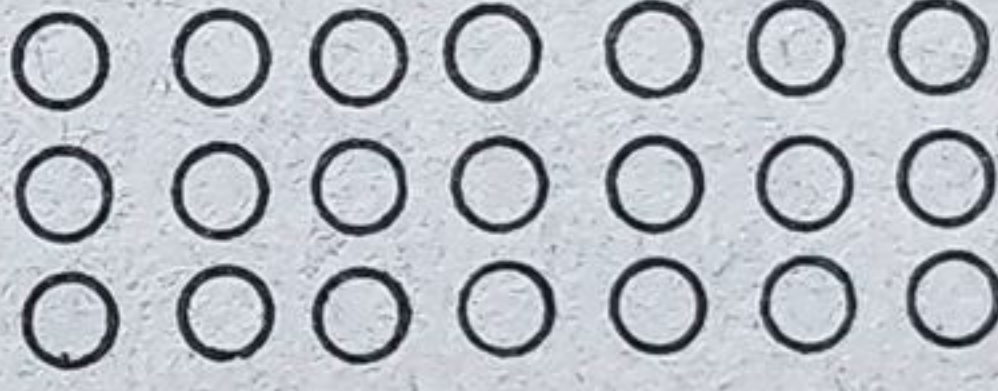

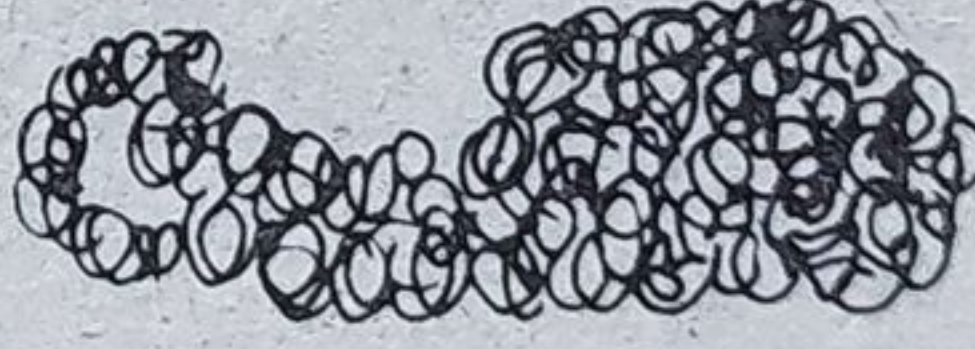

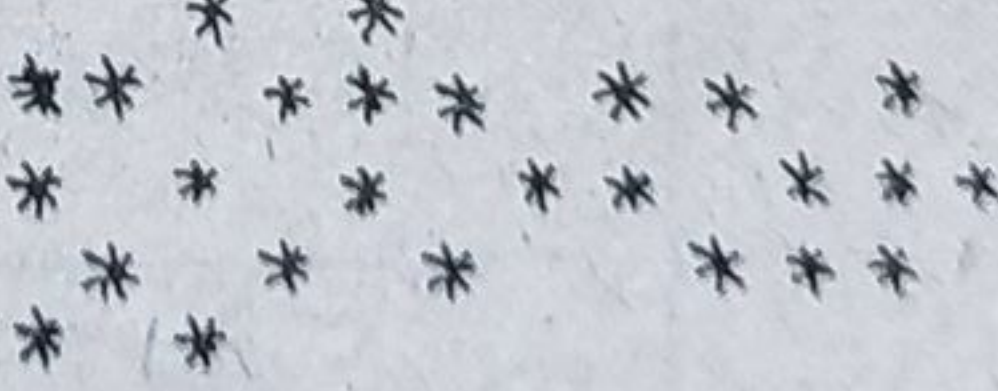

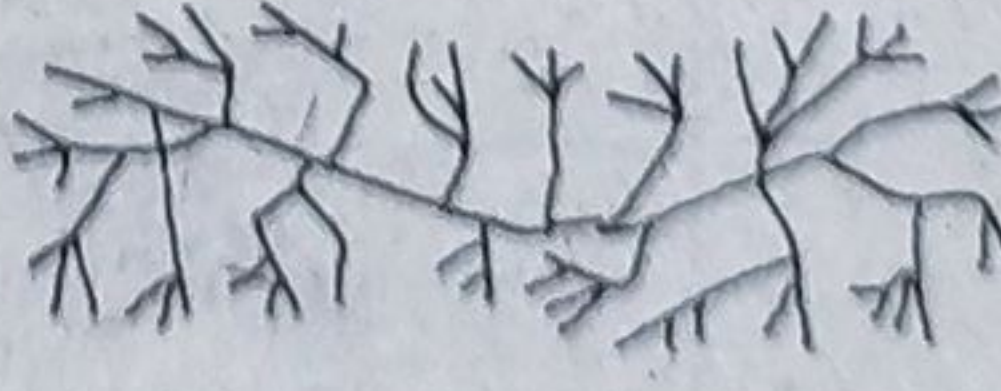

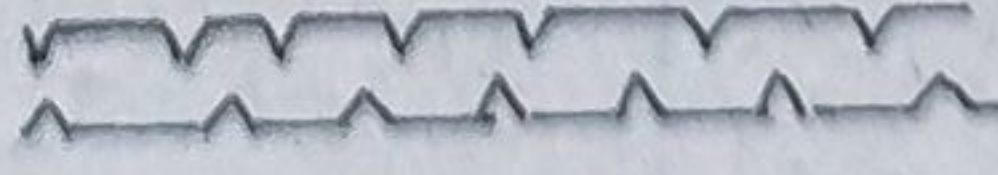
Semnele convenționale pentru arbori, arbuști se desenează la scara planului, conform indicațiilor din tabelul 9.8.

Tabelul 9.8

Semne convenționale în planurile de plantare pentru spații verzi

Denumirea	Semne convenționale	
	Plantație compactă	Exemple izolate
Arbori foioși — forme neregulate		
Arbori foioși — forme sferice și ovoidale		
Arbori foioși — forme conice și columnare	—	

Tabelul 9.8 (continuare)

Denumirea	Semne convenționale	
	Plantație compactă	Exemple izolate
Arbori foioși — forme pendulare și umbrelate	—	
Arbori și arbuști tunși		
Arbori rășinoși — forme conice și columbare		
Arbori rășinoși — forme neregulate		
Pomi fructiferi		
Arbuști foioși		
Arbuști rășinoși		
Arbuști târători		
Gard viu din specii foioase		—

Tabelul 9.8 (continuare)

Denumirea	Semne convenționale	
	Plantație compactă	Exemple izolate
Gard viu din specii rășinoase		—
Flori		—
Plante urcătoare		

Aplicații

1. Să se deseneze la scara 1 : 20 o secțiune printr-un planșeu din lemn (fig. 9.30) și să se indice semnele convenționale pentru materiale.

2. Să se deseneze la scara 1 : 20 o secțiune printr-o terasă necirculabilă (fig. 9.31), cu indicarea semnelor convenționale pentru materiale.

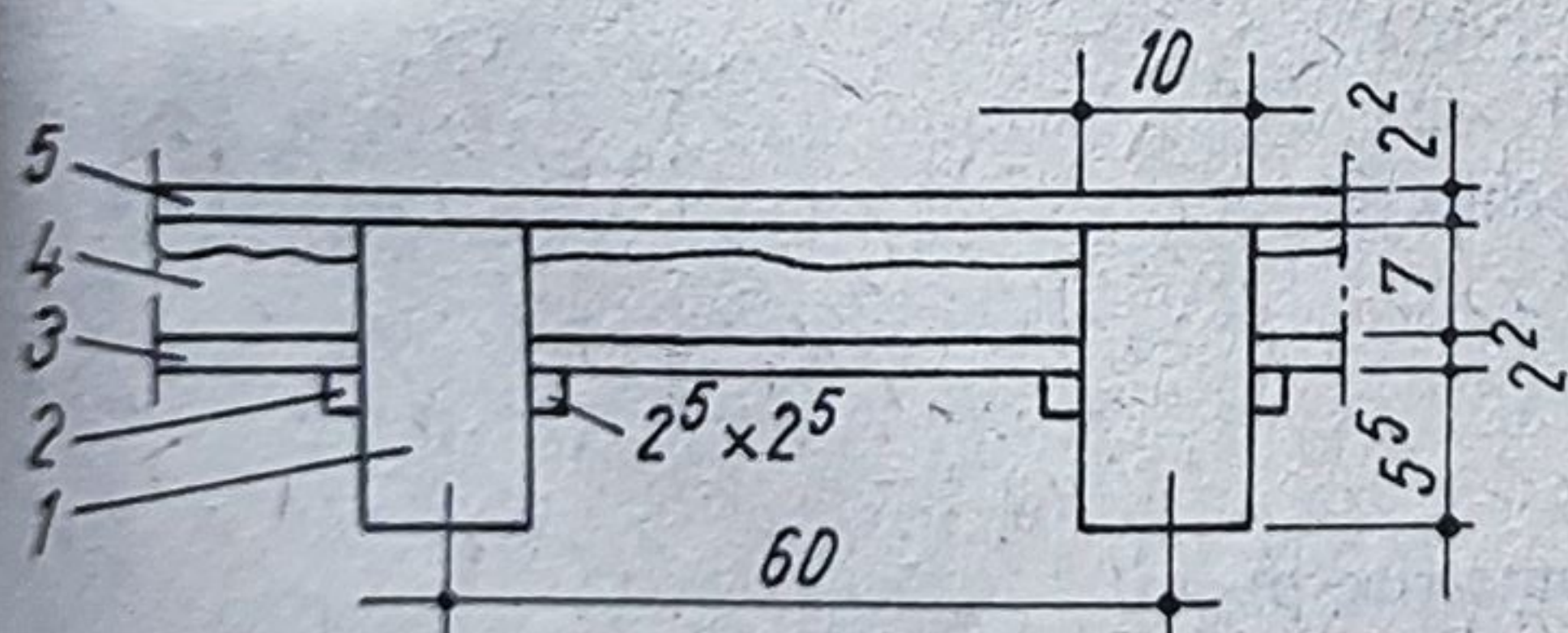


Fig. 9.30. Planșeu cu grinzi din lemn :

1 — grinzi din lemn ; 2 — șipci ; 3 — scânduri ; 4 — umplutură ; 5 — dușumea din scânduri fâlfuite.

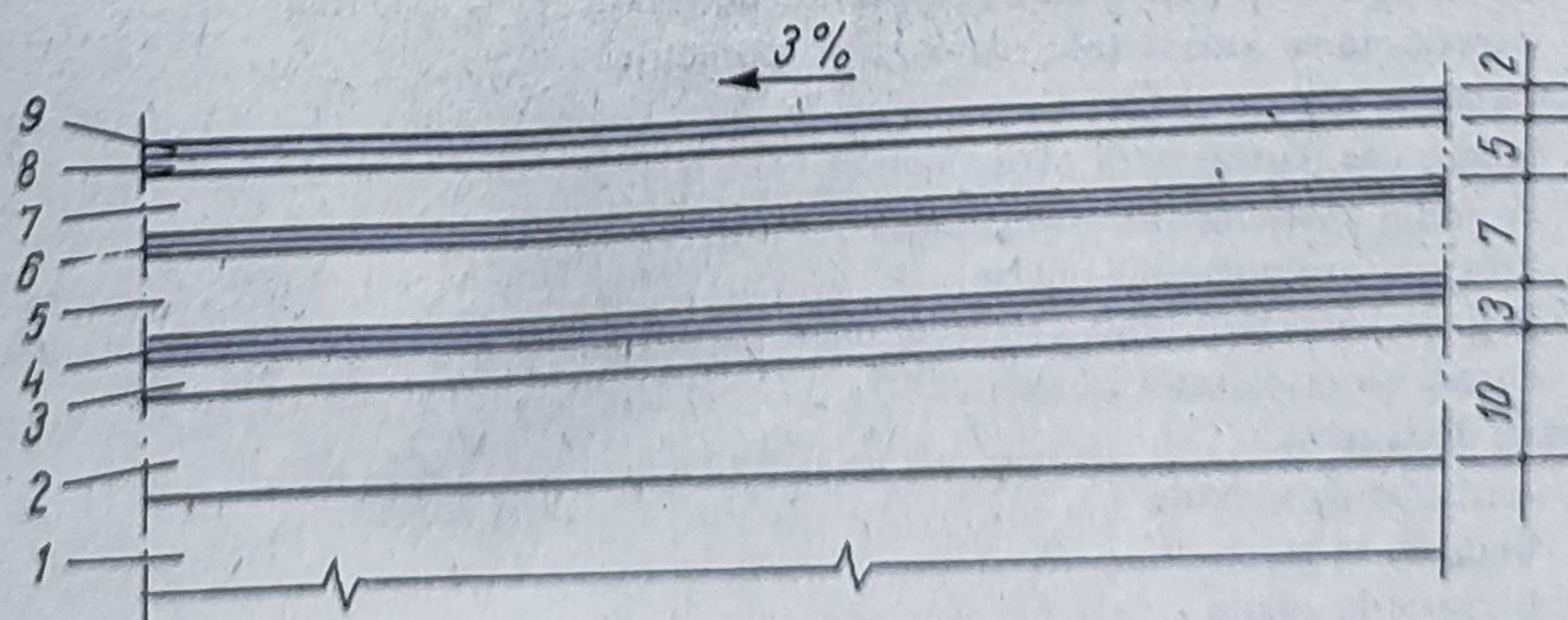


Fig. 9.31. Secțiune printr-o terasă necirculabilă :

1 — planșeu din beton armat ; 2 — beton de pantă ; 3 — strat de egalizare din mortar ; 4 — barieră de vapori ; 5 — termoizolație ; 6 — carton bitumat ; 7 — mortar de ciment ; 8 — hidroizolație ; 9 — nisip.

CUPRINS

Cap. 1. Norme generale privind desenul de construcții	3
1.1. Scopul și importanța desenului tehnic	3
1.2. Clasificarea desenelor tehnice de construcții	3
1.3. Elemente de bază standardizate	4
Cap. 2. Construcții geometrice	16
2.1. Construcții geometrice în plan	16
2.2. Construcția figurilor geometrice plane	18
2.3. Cercul și împărțirea cercului în părți egale	20
Cap. 3. Racordări	23
3.1. Racordarea a două drepte	24
3.2. Racordarea unei drepte cu un cerc	24
3.3. Racordarea a două cercuri	25
Cap. 4. Curbe plane și în spațiu	27
4.1. Curbe plane formate din arc de cerc	27
4.2. Curbe plane formate prin secționări conice	32
4.3. Curbe în spațiu	35
Cap. 5. Noțiuni de desen proiectiv	39
5.1. Sisteme de proiecție	40
5.2. Dubla proiecție ortogonală. Triedrul de proiecție	42
5.3. Reprezentarea punctului	44
5.4. Reprezentarea dreptei	46
5.5. Reprezentarea planului	51
5.6. Reprezentarea în proiecție a figurilor geometrice plane	55
Cap. 6. Reprezentarea și desfășurarea corpurilor geometrice	61
6.1. Reprezentarea și desfășurarea poliedrelor	61
6.2. Reprezentarea și desfășurarea corpurilor de rotație	66
6.3. Reprezentarea intersecțiilor de corpuri geometrice	71
Cap. 7. Reprezentarea axonometrică	89
7.1. Elementele reprezentării axonometrice	89
7.2. Proiecția axonometrică ortogonală	91
7.3. Proiecția axonometrică oblică	92
7.4. Reprezentarea punctului, a figurilor plane și a corpurilor geometrice în proiecție axonometrică ortogonală izometrică	93
Cap. 8. Noțiuni de simetrie	99
8.1. Elemente de simetrie	99
8.2. Simetria în plan	101
8.3. Simetria în spațiu	101
8.4. Ansambluri simetrice	102
8.5. Simetria în desenul de construcții	104

Cap. 9. Reprezentări convenționale în desenul de construcții	105
9.1. Secțiuni	105
9.2. Reprezentarea materialelor	108
9.3. Rupturi	110
9.4. Uși și ferestre	110
9.5. Elemente din beton armat	114
9.6. Elemente de construcții metalice	115
9.7. Scări și ascensoare	117
9.8. Coșuri și canale	118
9.9. Obiecte sanitare și mobilier	118
9.10. Conducte pentru fluide	119
9.11. Orientarea planurilor și spații verzi	123

Manualul a fost aprobat de Consiliul Național pentru Aprobarea Manualelor, în urma licitației organizate de către Unitatea de Coordonare a Proiectului Reformei Învățământului Preuniversitar. Manualul este realizat în conformitate cu programa analitică aprobată de Ministerul Învățământului prin Ordinul nr. 4493/19.07.1995 și distribuit gratuit elevilor.

Acest manual este proprietatea Ministerului Învățământului*				
Inspectoratul școlar al județului/municipiului				
Școala/Liceul				
Manualul nr.				
Anul	Numele elevului care a primit manualul	Anul în care s-a folosit	Starea manualului	
			la primire	la returnare
1				
2				
3				
4				
5				

- Profesorii trebuie să controleze dacă numele elevului este corect scris.
- Elevii cărora le este destinat manualul nu trebuie să facă nici un fel de notații pe pagini. Rugăm ca manualele să fie păstrate cât mai îngrijit.
- Starea manualului (la primire și la returnare) se va înscrie folosind termenii: nouă, bună, îngrijită, nesatisfăcătoare, proastă.

* Se completează numai pentru exemplarele distribuite gratuit.



Lei 3 200

ISBN 973- 30-5080-6



152697

EDITURA DIDACTICĂ ȘI PEDAGOGICĂ, R.A., - BUCUREȘTI, 1997